

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra hydromechaniky a hydraulických
zařízení

Napínání dopravníkového pásu pomocí
pneumatického válce

Conveyer Strand Tensioning via Pneumatic
Cylinder

Študent:

Petrák Peter

Vedúci diplomovej práce:

Ing. Miloslav Žáček

OSTRAVA 2010

Prehlásenie študenta

Prehľadujem, že som celú diplomovú prácu vrátane príloh vypracoval samostatne pod vedením vedúceho diplomovej práce a uviedol som všetky použité podklady a literatúru.

V Ostrave

.....
podpis študenta

Prehlasujem že

- som bol zoznámený s tým, že na mojej diplomovej práci sa plne vzťahuje zákon č. 121/200 Sb., autorský zákon, najmä § 35 – užitia diela v rámci občianskych a náboženských obradov, v rámci školných predstavení a užitia diela školného a §60 – školské dielo.
- beriem na vedomie, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (ďalej len „VŠB-TUO“) má právo nezárobkové k svojej vnútornej potrebe bakalársku prácu použiť (§ 35 odst. 3).
- súhlasím s tým, že diplomová práca bude v elektronickej podobe uložená v Ústrednej knižnici VŠB-TUO k nahliadnutiu a jeden výtlačok bude uložený u vedúceho diplomovej práce. Súhlasím s tým, že údaje o kvalifikačnej práci, obsiahnuté v zázname o záverečnej práci, umiestnenom v prílohe mojej kvalifikačnej práce, budú zverejnené v informačnom systéme VŠB-TUO.
- bolo zjednané, že VŠB-TUO, v prípade záujmu z ich strany, uzatvoria licenčnú zmluvu s oprávnením použiť dielo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bolo zjednané, že použiť svoje dielo – diplomovú prácu alebo poskytnúť licenciu k jeho využitiu môžem len so súhlasom VŠB-TUO, ktorá je oprávnená v takom prípade odo mňa požadovať primeraný príspevok na úhradu nákladov, ktoré boli VŠB-TUO na vytvorenie diela vynaložené (až do ich skutočnej výšky).
- beriem na vedomie, že odovzdaním svojej práce súhlasím so zverejnením svojej práce podľa zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o zmene a doplnenie ďalších zákonov (zákon o vysokých školách), v znení neskorších predpisov, bez ohľadu na výsledok jej obhajoby.

V Ostrave:

.....

plné meno autora práce

Adresa trvalého pobytu autora práce

Skalité 1202,

023 14 okres Čadca

ANOTACIA DIPLOMOVEJ PRÁCE

PETRÁK, P. *Napínanie dopravníkového pásu pomocou pneumatického valca*: diplomová práca. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra hydromechaniky a hydraulických zařízení, 2010, 67 s. Vedúci práce: ŽÁČEK, M.

Diplomová práca sa zaoberá napínaním dopravníkového pásu pomocou pneumatického valca. V úvode sú popísané pneumatické mechanizmy, ich uplatnenie dopravných a manipulačných zariadeniach a rozbor pásových dopravníkov. V programe Autodesk Inventor bola navrhnutá celá konštrukcia pásového dopravníku, napínací mechanizmus i prvky riadenia napínania. Následne boli vyriešené statické a dynamické výpočty potrebné k dimenzovaniu napínacieho mechanizmu. Kritické miesta boli prepočítané Metódou Konečných Prvkov. Napínanie dopravníkového pásu bolo realizované pomocou regulátora tlaku, ktorý bol nastavený na konštantný tlak. Návrh napínania na konštantnú silu bol simulovaný na zostavenom modeli a riadený pomocou programu Matlab Simulink. Ako posledná možnosť riadenia napínania dopravníkového pásu bol zvolený spôsob riadenia pomocou PLC modulu.

ANNOTATION OF MASTER THESIS

PETRÁK, P. *Conveyor Strand Tensioning via Pneumatic Cylinder*: Master Thesis. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Hydrodynamics and Hydraulic Equipment, 2010, 67 p. Thesis head: ŽÁČEK, M.

My thesis is concerned with tension of conveyor belt by force of pneumatic cylinder. In the introduction are described pneumatic machineries, their usage in transportation and manipulation equipment and conveyor belts are analysed. In computer programme Autodesk Inventor was projected the whole construction of conveyor belt, tensing mechanism and also components which control the tension. Then, static and dynamic calculation necessary to dimensioning the tensing mechanism were solved. Critical points were re-counted using Finite Element Method. Conveyor belt stretching was realized by manostat which was set to constant pressure. The layout of constant pressure tensing mechanism was simulated on assembled model and operated by computer programme Matlab Simulink. At last, tensing mechanism of conveyor belt was controled using PLC module.

Obsah

1 Úvod	2
2 Teoretický úvod	3
2.1 Pneumatické mechanizmy	3
2.2 Vývoj pneumatických mechanizmov	3
2.3 Výhody a nevýhody pneumatických mechanizmov	4
2.4 Doprava a manipulácia	6
2.5 Jednotlivé druhy (typy) vyrábaných pásových dopravníkov:	7
2.6 Pohon pásových dopravníkov	12
2.7 Dopravný pás	12
2.8 Možnosti spôsobu napínania	14
3 Navrhnutá konštrukcia pásového dopravníku	17
3.1 Konštrukcia napínacieho mechanizmu	19
3.2 Voľba pohonu	20
4 Statické a dynamické výpočty	21
4.1 Metóda konečných prvkov	26
4.2 Kontrola napätia pomocou MKP	26
5 Riadenie napínacej sily:	29
5.1 Použité prvky:	30
6 Návrh riadenia napínania na konštantnú silu.	34
6.1 Matlab	36
6.2 Simulink	37
6.3 Schéma v programu Matlab Simulink	38
6.4 Použité bloky:	38
6.5 Určenie statických charakteristík	40
6.6 Graf závislosti tlaku a sily na čase	42
6.7 Použité komponenty	43

7 Návrh riadenia pomocou PLC	47
7.1 PLC modul	49
7.2 Indukčný snímač otáčok	52
7.3 Popis snímača	53
7.4 Rozmiestnenie snímacích sond na konštrukcii pásového dopravníku	54
8 Pokyny na uvedenie do prevádzky-	55
8.1 Všeobecné podmienky pre prevádzku pneumatických obvodov	55
8.2 Pokyny pro montáž a uvedení obvodu do provozu	55
8.3 Obecné pokyny montáže	55
8.4 Činnosti před uvedením do prevádzky	56
8.5 Skúšobná prevádzka obvodu	56
8.6 Obsluha pneumatického mechanizmu	56
8.7 Prevádzka a údržba obvodu	57
8.8 Prevádzka a údržba jednotky pre úpravu stlačeného vzduchu	57
8.9 Prevádzka a údržba plastových hadíc	58
9 Záver	59
10 Použitá literatúra	60

Zoznam použitých značiek a symbolov

C	Súčiniteľ vedľajších odporov	[-]
F	Obvodová hnacia sila	[N]
F_B	Odpor v ohybe pásu na bubnu a v ložiskách bubnu	[N]
F_o	Odbiehajúca sila	[N]
F_n	Veľkosť nabiehajúcich síl	[N]
F_{n1}	Odpor zotrvačných síl v mieste nakladania a v oblasti urýchľovania	[N]
F_{kr}	Kritická sila	[N]
F_Z	Napínajúca sila	[N]
F_1	Sila potrebná pre prekonanie pohybových odporov dopravníku	[N]
F_2	Sila potrebná pre prekonanie dopravnej výšky	[N]
F_{pv}	Sila potrebná pre prekonanie vedľajších odporov dopravníku	[N]
H	Výškový rozdiel pásového dopravníku	[m]
J	Moment zotrvačnosti prierezu piestnej tyče	[m ⁴]
L	Dĺžka pásového dopravníku	[m]
P	Príkon	[W]
f	Globálny súčiniteľ trenia	[-]
g	gravitačné zrýchlenie	[m.s ⁻²]
l_{red}	Redukovaná dĺžka piestnej tyče	[m]
k_s	bezpečnosť proti prekĺznutiu dopravného pásu na hnacom bubne	[-]
m_n	Hmotnosť bremena na 1 m dopravného pásu	[kg]
m_p	Hmotnosť 1 m dopravného pásu	[kg]
n_B	Počet nepoháňaných bubnov	[ks]
μ	Súčiniteľ trenia medzi poháňacím bubnom a dopravným pásom	[-]

1 Úvod

Diplomová práca sa zaoberá napínaním dopravníkového pásu pomocou pneumatického valca. V prvých kapitolách sú popísané pneumatické mechanizmy, ich uplatnenie dopravných a manipulačných zariadeniach a rozbor pásových dopravníkov. V programe Autodesk Inventor bola navrhnutá celá konštrukcia pásového dopravníku, napínací mechanizmus i prvky riadenia napínania. Následne boli vyriešené statické a dynamické výpočty potrebné k dimenzovaniu napínacieho mechanizmu. Kritické miesta boli prepočítané Metódou Konečných Prvkov. Ako riadenie napínacej sily bolo zvolené riadenie pomocou regulátoru tlaku nastavením na konštantný tlak. Ďalšou možnosťou riadenia a to riadením pomocou programu Matlab Simulink bolo na zostavenom modeli simulované riadenie na konštantnú silu. Na navrhnutom a zostrojenom modeli bola popísaná jeho funkčnosť, použité komponenty a vytvorený graf závislosti. Ako posledná možnosť riadenia napínania dopravníkového pásu bol zvolený spôsob riadenia pomocou PLC modulu.

2 Teoretický úvod

V tejto kapitole sa budem zaoberať popísaním pneumatických mechanizmov, ich uplatnením v dopravných a manipulačných zariadeniach a rozbor pásových dopravníkov

2.1 Pneumatické mechanizmy

Pneumatické mechanizmy jsou vedle mechanismů hydraulických, elektrických a tuhých významným prostředkem, uplatňujícím se při konstrukci nejrůznějších strojů a výrobních zařízení. Ve srovnání s jinými mechanismy mají řadu výhod a přes rostoucí trend modernizace hydraulických mechanismů a výrazný podíl jejich elektronizace, má jejich výroba a aplikace stále vzestupnou tendenci.

Aplikační oblasti pneumatických mechanismů jsou velmi rozmanité a lze je jen těžko vyjmenovat. Pro některá omezení ve velikosti přenášených sil a výkonů se využívají ve všech odvětvích strojírenství při konstrukci výrobních strojů, manipulačních a dopravních zařízení a robotů, balících a montážních zařízení, strojů pro báňský a metalurgický průmysl, strojů pro stavebnictví apod. [1]

2.2 Vývoj pneumatických mechanismů

V České republice má výroba pneumatických prvků a aplikace pneumatických mechanismů mnohaletou tradici. V 50. a 60. letech byl našimi výrobci zajišťován běžný sortiment pneumatických prvků, z nichž se realizovaly jednoduché pneumatické systémy zejména ve strojírenské výrobě, dopravních prostředcích a stavebnictví. V 70. a 80. letech nastal útlum výroby prvků, který přinutil dovážet potřebné prvky pro rozvíjející se aplikace pneumatických mechanismů v našem průmyslu.

Po roce 1990 se situace v zabezpečení pneumatických prvků pro stále se rozvíjející aplikace pneumatických mechanismů u nás výrazně zlepšila. Jedním z důvodů je rozvoj výroby prvků u nás. Hlavním důvodem pro stále se rozvíjející aplikace pneumatických mechanismů, je možnost využití obrovského sortimentu špičkových pneumatických prvků a zařízení zahraničních výrobců, kteří u nás zavedli fungující zastoupení s možností okamžitých dodávek prvků a odbornými konzultacemi.

Mezi nejvýznamnější tyto firmy patří Bosch Rexroth (SRN), FESTO (SRN), NORGREN (SRN), SMC (Japonsko). K těmto firmám se řadí naši výrobci Poličské strojírny a.s., firma Stránský a Petržík, kteří s některými z výše jmenovaných firem úspěšně spolupracují. [1]

2.3 Výhody a nevýhody pneumatických mechanismů

Neustále sa rozširujúce používanie pneumatických mechanismov pri konštrukcii moderných a výkonných strojov a zariadení poukazuje na množstvo výhod a predností pneumatických mechanismov pred inými mechanizmami ako sú: hydraulické, elektrické a tiež pred mechanizmami tuhými.

Medzi najdôležitejšie výhody pneumatických mechanismov môžeme zaradiť nasledujúce:

- ❖ Výroba stlačeného vzduchu v priemyslových závodoch je spravidla centrálna s možnosťou dobrej účinnosti a zabezpečení starostlivosti o jeho kvalitu. Využitie mobilných kompresorových staníc zase umožňuje využívať pneumatické mechanizmy i tam, kde nie je k dispozícii elektrická energia.
- ❖ Rozvod stlačeného vzduchu sa deje jediným vodičom (trubky, hadice) s jednoduchým a nenáročným pripojovaním. Po predaní energie v mechanizme je vzduch vyfukovaný do ovzdušia, čo môže zlepšovať vetranie a ochladzovanie pracovných priestorov. Rozvod elektrickej a hydraulickej energie je proti tomu náročný.
- ❖ Čistota prevádzky pneumatického zariadenia umožňuje jeho použitie hlavne v potravinárskom, farmaceutickom a odevnom priemysle.
- ❖ Možnosť práce pneumatického mechanizmu v značnom rozmedzí teplôt odolného prostredia.
- ❖ Významná je možnosť preťažiteľnosti pneumatického mechanizmu až k úplnému zastaveniu, a to s vyložením možností poškodenia jeho mechanických častí a bez energetických strát.
- ❖ Pneumatické mechanizmy zaručujú bezpečnosť prevádzky i vo výbušnom a zápalnom prostredí.
- ❖ Veľká rýchlosť vykonávaných operácií.

- ❖ Možnosť automatizácie pneumatických mechanizmov.
- ❖ Pretože pneumatické mechanizmy pracujú s vnútorným pretlakom, zabraňuje sa tým vnikaniu nečistôt z okolia (prašné prostredie) do prvkov a tým ich opotrebovaniu.
- ❖ Ľahká montáž a údržba bez nárokov na zvláštnu kvalifikáciu, jednoduchá diagnostika porúch .

Za najdôležitejšie nevýhody pneumatických mechanizmov môžeme považovať:

- ❖ Stlačený vzduch musí byť pre spoľahlivú činnosť pneumatického mechanizmu patrične upravený: zbavený mechanických nečistôt, vlhkosti a vody a v niektorých prípadoch primazaný olejovou hmlou k zabezpečeniu mazania pohybujúcich sa prvkov pneumatického mechanizmu.
- ❖ Stlačený vzduch je najdrahšia energia a ekonomické straty vznikajú predovšetkým jeho rozvodom, ale tiež nedokonalým využitím v pracovnom prvku neúplnou expanziou
- ❖ Hlučnosť vznikajúca od expandovaného vzduchu na výstupe z pneumatického prvku (stovky až tisíce $\text{dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$).
- ❖ Stlačiteľnosť vzduchu prináša spôsobuje malú tuhosť mechanizmu.

2.4 Doprava a manipulácia

Doprava a manipulácia s materiálom je súčasťou všetkých výrobných procesov . Výrazne ovplyvňuje kvalitu, ekonomiku ale i bezpečnosť práce vo všetkých priemyselných odvetviach. Manipulácia s materiálom je jednou z fyzicky najnáročnejších činností , a preto je snaha o jej úplnú mechanizáciu. Tieto ale aj veľa ďalších dôvodov nás nútia hľadať stále nové a efektívnejšie spôsoby dopravy a manipulácie.

Významnú časť dopravných a manipulačných procesov predstavuje doprava pomocou pásových dopravníkov slúžiaca pre kontinuálnu alebo diskontinuálnu dopravu sypkých, zrnitých a kusových hmôt alebo kusových bremien. Dopravníky delíme na dopravníky s ťažným elementom a bez ťažného elementu. Ťažným elementom môže byť napríklad pás, lano alebo reťaz. Ďalej sa delia podľa sklonu trate na vodorovné, šikmé, zvislé a lomené, ktoré kombinujú vodorovnú a zvislú dopravu, kde nepotrebujeme presyp z jedného dopravníku na druhý.

Jedno z dôležitých hľadísk pre správnu voľbu dopravníku je dopravná trasa, množstvo a dopravovaný materiál, ktorého klasifikácia je nutná pre výber vhodného manipulačného zariadenia.

Vývoj pásových dopravníkov sa v posledných rokoch značne rozvíjal a viedol k významným zmenám k ich konštrukčnom prevedení a výkonu a to vo všetkých odvetviach priemyslu. Aj preto pásové dopravníky majú stále väčší význam ako stály dopravný prostriedok pre dopravu. V niektorých prípadoch diaľkové dopravníky čím ďalej vytlačujú i koľajové vozidlá . Hlavne kusový materiál sa začína vo väčšej miere dopravovať pásovými dopravníkmi . Tiež i pre prepravu osôb sa konštruujú tzv. pohyblivé chodníky dlhé niekedy aj stovky metrov. Je to hlavne vďaka množstvu výhod, ktoré pásový dopravník má.

2.5 Jednotlivé druhy (typy) vyrábanych pásových dopravníkov:

- pásový dopravník s klznou plochou
- pásový dopravník plno nosníkovej konštrukcie
- pásový dopravník jackelové priehradovej konštrukcie
- pásový dopravník trubkové priehradovej konštrukcie
- pásový dopravník s mostným poľom a jedno alebo obojstrannou obslužnou lávkou

Základné časti pásových dopravníkov

Medzi základné časti pásových dopravníkov patrí:

- ťažné prvky
- podporné zariadenia
- poháňacie zariadenia
- napínací zariadenia

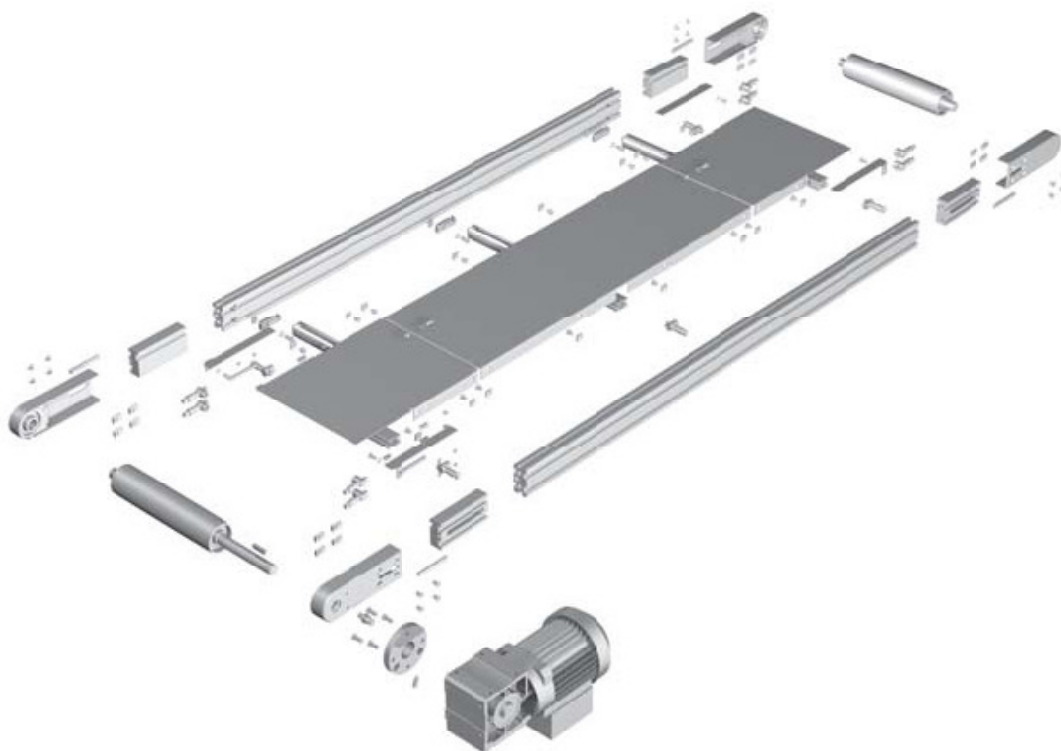
Ťažnými prvkami pásových dopravníkov môžu byť dopravní pás, lano a reťaz. Výber vhodného ťažného prvku závisí na konštrukcii dopravníku, spôsobu dopravy a druhu dopravovaného materiálu.

Dopravné pásy sú vyrobené z pryže, PVC alebo môžu byť oceľové a pletivové. Rýchlosť dopravného pásu býva až 10 m.s^{-1} a normalizované šírky pásu sa pohybujú v rozmedzí 400 až 2 000 mm. Prednosťou dopravného pásu je pomerne jednoduchý prenos ťažnej sily z poháňacieho bubnu, ktorá je zaistená trením medzi dopravným pásom a poháňacím bubnom. Ďalšou prednosťou dopravného pásu je vysoká pevnosť až $3\,150 \text{ N.mm}^{-1}$ (dopravný pás klasickej konštrukcie, ktorý je zložený z nosnej kostry tvorenej textilnými vložkami); poprípadne 5000 N.mm^{-1} (dopravní pás s kostrou tvorenou oceľovými lankami), relatívne nízka vlastnou hmotnosťou dopravného pásu a možnosťou využitia vysokých dopravných rýchlostí až 10 m.s^{-1} . Základné parametre dopravných pásov sú uvedené v celej rade noriem (napríklad ČSN 26 0381 – Dopravné pásy s textilnou kostrou pre všeobecné použitie, ČSN 26 0382 – Dopravné pásy s textilnou kostrou odolné proti zvýšeným teplotám, ČSN 26 0383 – Dopravné pásy s textilnou kostrou pre použitie v podzemí, ČSN EN 28094 – Dopravné pásy s oceľovým kordom atď.).

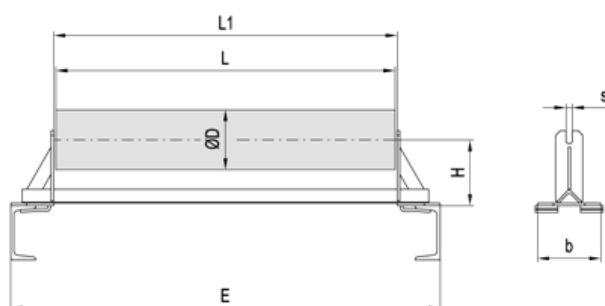
Podporné zariadenia dopravných pásov u pásových dopravníkov sú riešené pomocou podporných valčekov klasickej konštrukcie. Podporné valčeky podopierajú a vedú dopravný pás, svojím usporiadaním a uložením vo valčekovej stolici vytvárajú požadovaný ložný prierez. Podľa šírky a konštrukcie dopravných pásov sú valčekové stolice pásových dopravníkov realizované v prevedení:

- jedno valčekomým
- dvoj valčekomým
- troj valčekomým

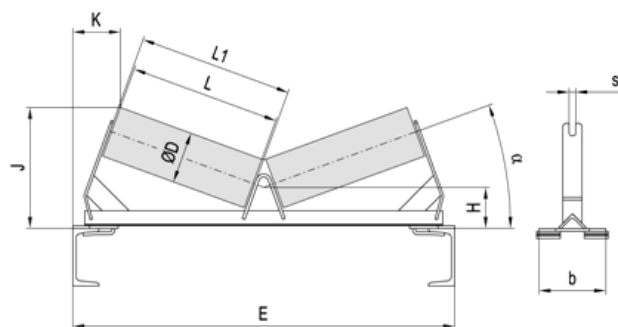
Pre väčšie šírky dopravných pásov ($B > 1200$ mm) sa občas používajú päť valčekové korýtkové stolice, prípadne podporné girlandové stolice.



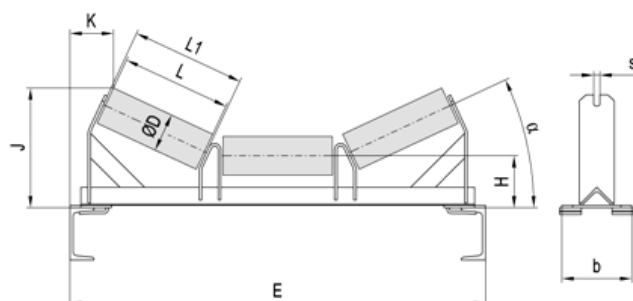
obr. 1 rozložený model pásového dopravníku



obr. 2 jedno valčeková stolica



obr. 3 dvoj valčeková stolica



obr. 4 troj valčeková stolica

Valčeky sú jednou z najdôležitejších súčasti pásového dopravníku a majú značný vplyv na jeho vlastnosti. Majú mať malý odpor proti otáčaniu, malú hmotnosť, jednoduchú konštrukciu, majú byť dokonale utesnené proti vnikaniu nečistôt a nenáročné na údržbu a musia byť náležite vyvážené. Uhol sklonu bočných valčiek závisí na konštrukcii vlastného dopravného pásu a rozložení výstupkov a priečných prekážok na jeho pracovnom povrchu. Priemer podperných valčiek sa volí podľa dopravovaného množstva, šírky a konštrukcie dopravného pásu v rozmedzí od 63 do 194 mm. Vzďialenosť medzi valčkami závisí na šírke dopravného pásu, hmotnosti dopravovaného materiálu, zrnitosti a uhlu sklonu dopravy. Valčeky môžu byť oceľové hladké alebo pogumované.

U zvislých pásových dopravníkov je takmer zamedzene prevesení dopravného pásu medzi susednými valčekomými podperami, a preto je vzdialenosť medzi valčkami v mnoho prípadoch väčšia, než u vodorovných či sklonných pásových dopravníkov klasickej konštrukcie a u strmých pásových dopravníkov.

Poháňacie zariadenie pásových dopravníkov slúži k prenosu ťažných síl k ťažnému a nosnému prvku, kedy sa využíva poháňací bubon alebo reťazové či lanové koleso, ktoré je pohanené buď elektromotorom, pneumotorom a nebo hydromotorom. Pre pohon hnacích bubnov sa väčšinou používajú štvorpólové asynchrónne motory s kotvou nakrátko, ktoré cez pružnou spojku, mechanickú prevodovku a nepružnou (napr. prírubovou alebo zubovú) spojku prenáša krútiaci moment na hriadeľ hnacieho bubnu.

U zvislých pásových dopravníkov býva súčasťou pohonu poistné zariadenie (zarážky alebo brzdy), ktoré zamedzí samovoľnému spätnému pohybu loženej vetve dopravníku vplyvom pôsobením hmotnosti materiálu. Na premiestniteľných a krátkych stabilných dopravníkoch sa používajú elektrobubny, v ktorých je poháňací motor i prevodový mechanizmus uložený vo vnútri bubnu.

Strmé a zvislé pásové dopravníky

Pre strmou a zvislou dopravu sypkých alebo zrnitých materiálov sú využívané pásové dopravníky, ktoré sa dajú klasifikovať podľa spôsobu zamedzení relatívneho pohybu zŕn dopravovaných materiálov po povrchu dopravného pásu :

zvýšením súčiniteľa trenia na:

- dopravníky s zdrsnenými pásmi
- dopravníky s ryhovanými pásy
- dopravníky s výstupky na páse

zvýšením prítlaku materiálu k pásu na:

- dopravníky s krycím pásom

vytvorením opory dopravovanému materiálu na:

- dopravníky s priečnymi prepážkami

Dopravníky s priečnymi prepážkami a zvlnenými bočnými okrajmi

kombináciou vyššie uvedených vlastností na:

- dopravníky hadicové
- dopravníky zavesené
- dopravníky kabelové

Podľa usporiadania pohonu sa dá dodať dopravník s týmito variantami pohonu:

- pohon priamy (motor s redaktorom na hriadeli remenice)
- pohon pod dopravníkom
- pohon uprostred
- elektromotor v remenici

Systém hliníkových profilov umožňuje vysokou variabilitu dopravníkov, ľahké pripojenie akýchkoľvek periférií, použitie pre veľmi čisté prostredie a pre farmaceutickú a potravinársku výrobu (profily bez drážok), ľahká údržba a nastavovanie. Je aj možnosť krokovania pásu pri použití mechanického rokovacieho pohonu.



obr. 5 šikmý pojazdný dopravník s meniteľným uhlom sklonu

Hlavné výhody pásového dopravníku:

- ❖ Pásový dopravník sa hodí pre prepravu všetkých hromadných materiálov.
- ❖ Materiál sa dopravuje bez prestávok a tým sa dosahuje maximálneho výkonu.
- ❖ Pri vhodnom usporiadaní predávajúcich miest (presypov) je dopravovaný materiál značne chránený proti poškodeniu.
- ❖ Vzhľadom k tomu e nenastáva takmer žiadne šmykové trenie medzi pohybujúcimi sa časťami, je podiel stratového výkonu, a aj opotrebenia nepatrný.

- ❖ Vhodne konštruované pásové dopravníky sa dajú použiť k doprave i pri stúpaní 60° a tiež k doprave s pomerne ostrými oblúkmi. Tieto prednosti umožňujú prispôbiť dopravné zariadenia ťažkým terénnym pomerom.
- ❖ Zariadenia pásových dopravníkov sú jednoduchej konštrukcie a ľahko opraviteľné.
- ❖ Pásový dopravník pracuje takmer nehlučne.
- ❖ Pomer užitočnej a mŕtvej váhy a tiež i zriaďovacie náklady na jednotku dopravovaných hmôt sú veľmi priaznivé.

2.6 Pohon pásových dopravníkov

Slúži k prenosu ťažných síl k ťažnému a nosnému prvku, kde je využitý poháňací bubon alebo reťazové či lanové koleso, ktoré je poháňané elektromotorom, pneumomotorom alebo hydromotorom. Pre pohon hnacích bubnov sa väčšinou používajú štvorpólové asynchrónne motory s kotvou nakrátko, ktoré cez pružnú spojku, mechanickú prevodovku a nepružnú spojku prenášajú krútiaci moment na hriadeľ hnacieho bubnu.

U zvislých pásových dopravníkov býva súčasťou pohonu poistné zariadenie (zarážky alebo brzdy), ktoré zamedzia samovoľnému spätnému pohybu naloženej vetve dopravníkového pásu vplyvom pôsobenia hmotnosti materiálu. Na premiestniteľných a krátkych dopravníkoch sa používajú elektrobubny, v ktorých je poháňací motor aj prevodovka uložené vo vnútri bubnu.

2.7 Dopravný pás

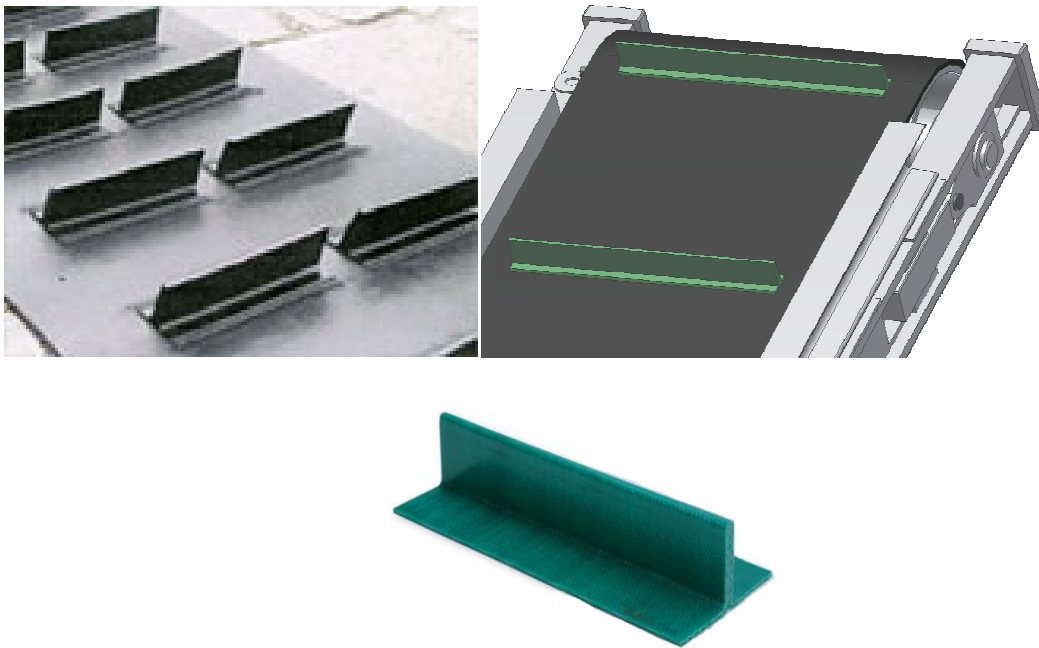
Ide o nekonečný prvok obiehajúci okolo koncových bubnov a prenáša všetky odpory vznikajúce pri jeho chode. Funkcia pásu u klasického pásového dopravníku je prenášať ťažné sily a niesť ťaživo (ťažný a nosný element). Hlavné požadované vlastnosti dopravného pásu sú:

- dobrá pružnosť v hlavnej ose
- minimálna prietlačnosť
- odolnosť vplyvom dopravovaného materiálu
- vysoká odolnosť proti namáhaniu ohybom.

Klasický pás je zložený z nosnej kostry – z textilných vložiek, ktoré tvorí kostru dopravného pásu a prenášajú všetky ťahové sily na hornú a dolnú kryciu vrstvu s bočnými

okrajmi. Nosná kostra sa najčastejšie skladá s textilných vložiek (napr. polyester alebo polyamid), dopravný pás sa zhotovuje z gumeného alebo PVC. K prenosu väčších ťahov sa kostra spevní vysokopevnosťnými oceľovými lankami, dopravný pás je potom zhotovený z gumeného.

Zvýšenie medzného uhlu sklonu dopravy pásovými dopravníkmi sa dá dosiahnuť konštrukčnou úpravou dopravného pásu, kedy je dopravný pás po celej svojej dĺžke opatrený radou priečných prepážok. Dopravné pásy s priečnymi prepážkami sa využívajú k doprave sypkých i kusových materiálov pod uhlami sklonu dopravníkov do 70°. Priečne prepážky sú uchytené mechanicky, vulkanizáciou alebo lepením na povrchu dopravných pásov. Tieto prepážky využívajú princípu zvýšenia uhlu sklonu dopravy zamedzením relatívneho pohybu dopravovanéj sypkej alebo kusovej hmoty po povrchu dopravného pásu.



obr. 6 druhy priečných prepážok

2.8 Možnosti spôsobu napínania

Napínacie zariadenie musí zaistiť prvotné predpätie dopravníkového pásu s cieľom zabezpečenia ťažných charakteristík pohonu a zamedzení priehybu pásu medzi susednými podpernými valčekovými stolicami. Podľa druhu, použitia a dĺžky strmých a zvislých pásových dopravníkov sa používa napínacie zariadenie skrutkové, pružinové, ďalej zariadenia využívajúce hmotnosť závaží, pomocou elektrického vrátku, pneumatiké a hydraulické.

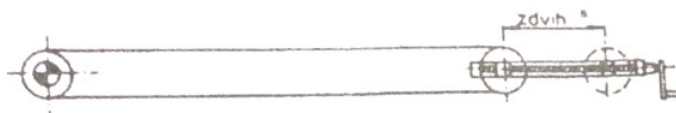
Napínanie pásu môže byť:

- ❖ -tuhé (pomocou skrutky, ručných kladkostrojov a pod.)
- ❖ - s konštantnou napínacou silou vytvorenou závažím
- ❖ - s napínacou silou regulovateľnou ručne alebo automaticky

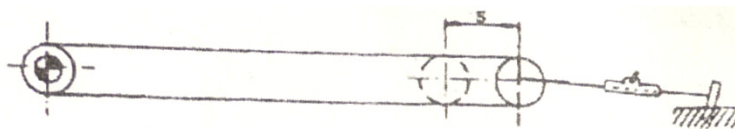
Regulácia sa môže uskutočniť:

- Pneumaticky
- Elektricky
- Elektro hydraulicky

- ❖ Tuhé napínacie mechanizmy sa používajú prevažne pre krátke dopravníky do 30m a u dopravníkov s pásmi s vložkami z oceľových lán. Napínanie sa obvykle realizuje pomocou vratného bubnu. Napínacia sila sa vyvodí buď pomocou skrutky, alebo pomocou ručného kladkostroja. Pritom je nutné dbať na to, aby nedošlo k šikmému postaveniu bubnu proti pozdĺžnej ose dopravníku, ktoré by viedlo k nerovnomernému, jednostrannému vyťahovaniu pásu a jeho zbiehanie z valčekov. Napínanie pásu sa určuje len odhadom a musí byť už za kľudu tiež, aby sa vyhovelo prenosu síl na hnacom bubne za chodu a hlavne pri rozbehu dopravníku.

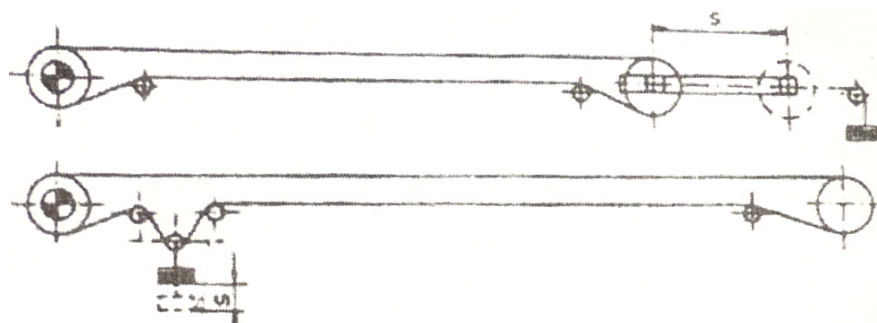


obr. 7 napínanie pomocou skrutky



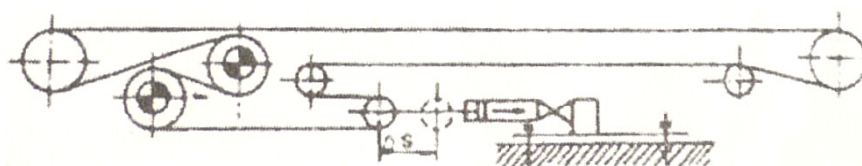
obr. 8 napínanie pomocou kladkostroja

- ❖ Napínanie pomocou zväžia zaručuje stálu napínaciu silu. Je účelné napínať pás v miestach najmenšieho ťahu v pásu, aby napínacie závažia bolo čo najmenšie. Pri napínaní závaží je zvlášť u šikmých dopravníkov vhodné realizovať napínanie pásu pomocou tzv. slučky.



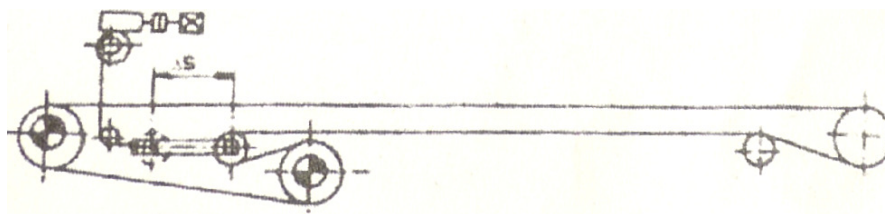
obr. 9 napínanie pomocou závažia

- ❖ Pri pneumatickom napínaní je obvykle napínací vozík spojený s piestnicou pneumatického valca zakotveného na nastaviteľnom ráme. Veľkosť valca sa riadi pomocou napínacej sily. Pohybom piestu pneumatického valca sa vymedzuje len pružné preťaženie pásu behom rozbehu. Trvalé preťaženie pásu sa vymedzujú prestavovaním rámu. Pri zapnutí poháňacích motorov sa do pneumatických valcov privádza tlakový vzduch a dochádza k silnému napnutiu pásu. Časové relé zaistí po ukončení rozbehu prestavenie redukčného ventilu a tým nastaví prevádzkovú napínaciu silu.



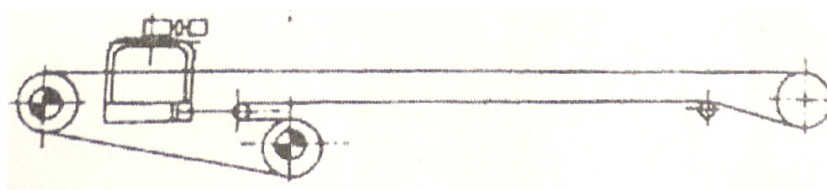
obr. 10 pneumatické napínanie

- ❖ Pri napínaní pásu pomocou elektrického vrátku je možno napínicu silu regulovať buď ručne alebo automaticky. Pri ručnej regulácii sa ručným zapínaním vrátku nastavuje požadovaná napínicia sila kontrolovaná meracím prístrojom. Otáčky hnacieho a vratného bubnu sú snímané fotobunkami. Impulzy vyvolané zmenou otáčiek sú zosilnené v zosilňovačoch a zavedené do modulátoru. Merač frekvencií meria sklz ako rozdiel frekvencií.



obr. 11 napínanie pomocou pneumatického vrátku

- ❖ Elektrohydraulické napínacie zariadenia umožňujú nastavenie správnej napínacej sily ako pri rozbehu tak pri prevádzke. Napínicia sila sa vyvodzuje hydraulickým valcom, ktorý pri použití kladkového prevodu medzi valcom a napínacím vozíkom môže byť pomerne krátky. Pri rozbehu dopravníku sa najprv zapne motor čerpadla zásobujúceho valec napínacieho ústrojenstva tlakovým olejom a až potom napínicia sila dosiahne požadovanej hodnoty (asi 1,5 násobku prevádzkovej), zapnú sa poháňacie motory. Po dosiahnutí menovitej rýchlosti pásu sa tlak vo valci zníži na prevádzkovú hodnotu, ktorej tolerancie sa dajú nastaviť.



obr. 12 elektrohydraulické napínanie

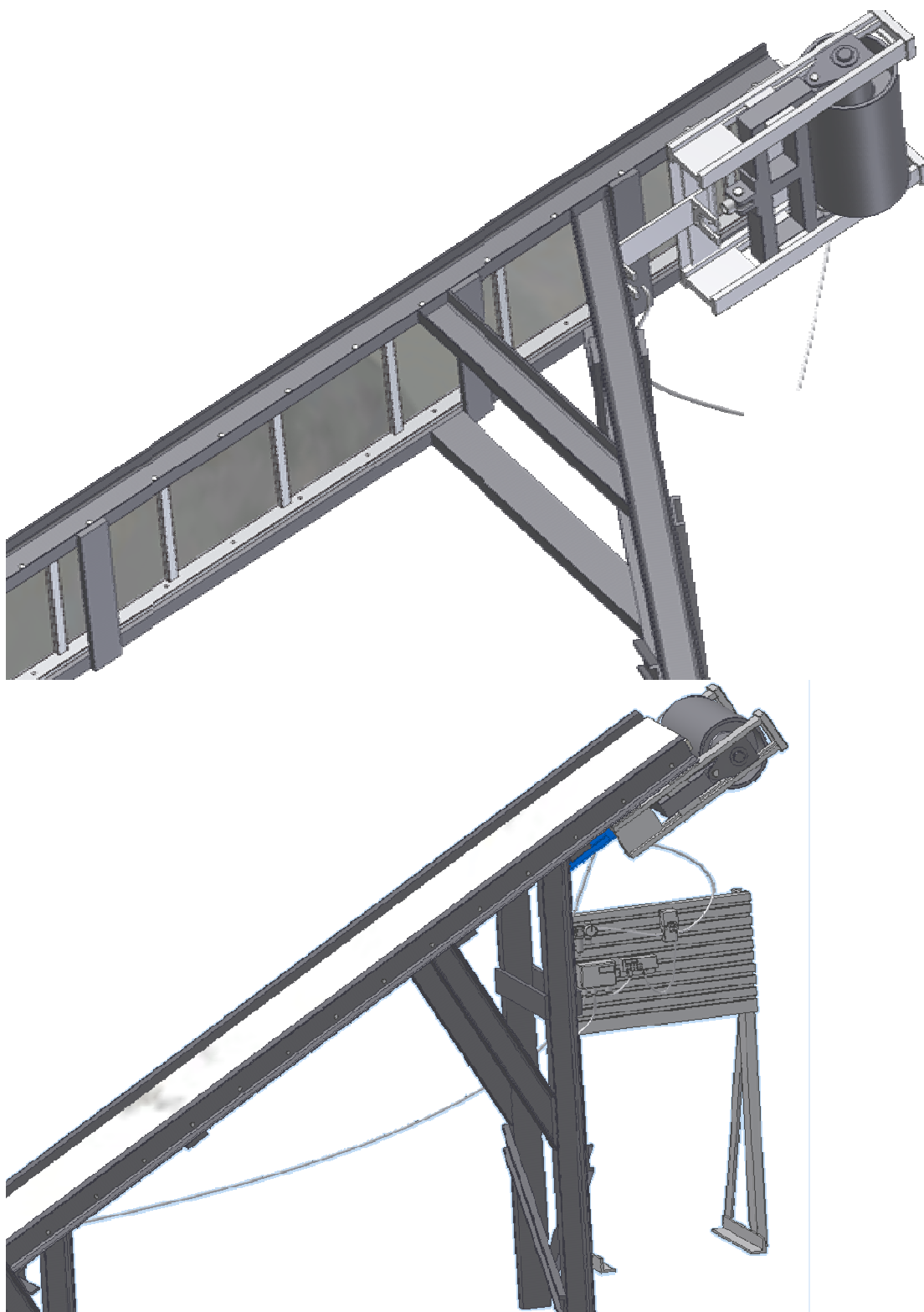
3 Navrhnutá konštrukcia pásového dopravníku

Nosná kostra pásového dopravníku je zhotovená z U profilov ktoré sú navzájom pozvárané. Základ tvoria U profily U 120/55 ČSN 42 5570 – 11373.0 z ktorých je navrhnutý základný rám a podpery dopravníku. Na základný rám sú potom postupne upevnené ďalšie jednotlivé časti, ako elektrobubon , vyberateľný rám s plechom po ktorom sa kľže dopravný pás a napínací mechanizmus. Konštrukcia je navrhnutá čo najjednoduchšie ale zároveň aby spĺňala daný účel.



obr. 13 zostavený model pásového dopravníku

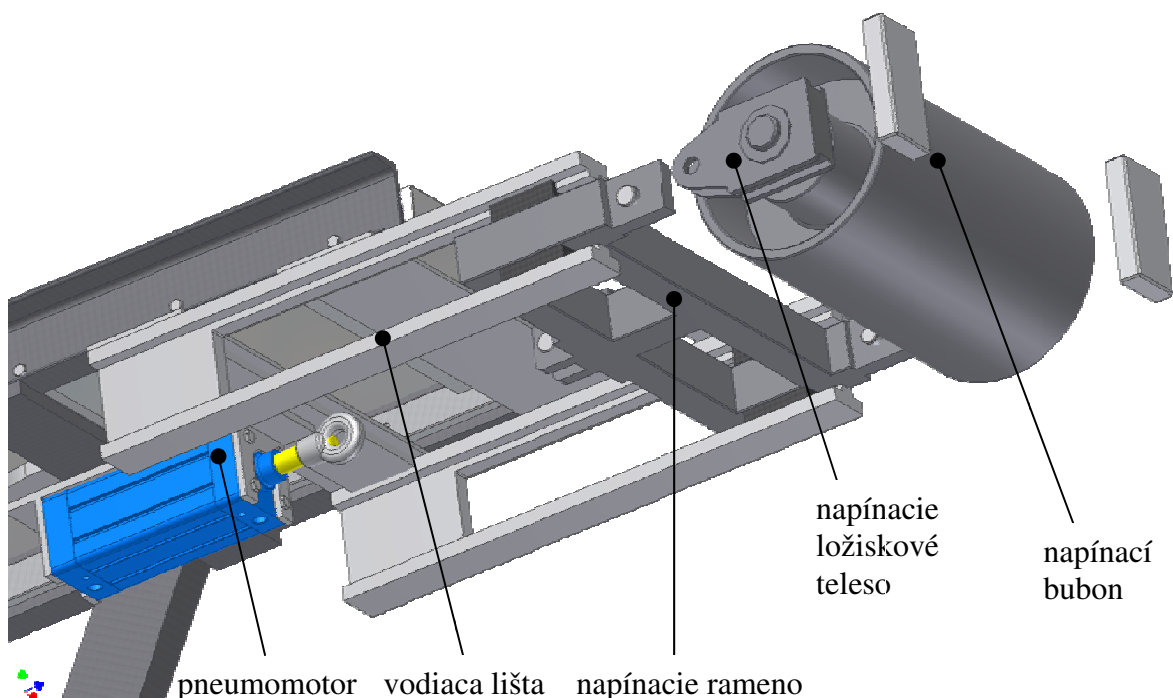
Ako nosný prvok pásu pre prepravu bremena som navrhol plech, po ktorom sa bude dopravný pás kĺzať. Plech je spolu s rebrinovým rámom priskrutkovaný k nosnému rámu, aby sa dal v prípade opotrebenia vymeniť.



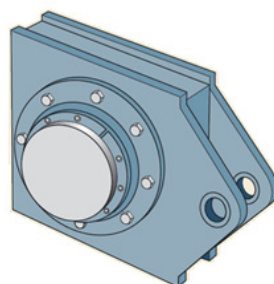
obr. 14 konštrukcia pásového dopravníku

3.1 Konštrukcia napínacieho mechanizmu

Napínací mechanizmus je prizváraný na nosný rám z U profilov. Mechanizmus sa skladá s pneumomotoru slúžiacim ako silový (tlačný) prvok, ktorý vytvára napínaciu silu. Ďalším prvkom napínacieho mechanizmu je napínacie rameno, ktoré pomocou pneumomotoru tlačí na napínací valec a tým napína dopravníkový pás. Hriadeľ napínacieho valca je uložená v ložiskách, ktoré sú vsadené do napínacích ložiskových telies. Napínacie ložiskové telesá od firmy SKF sú zvlášť navrhnuté na napínanie pásových dopravníkov. Ložiskové teleso spolu s napínacím ramenom sú vedené vo vodiacej lište, ktorá je prizváraná na nosný rám z U profilov. Na vodiacich lištách sú nasadené spevňovacie konce, ktoré slúžia na zvýšenie dovoleného zaťaženia od pôsobiaceho bremena.



obr. 15 konštrukcia napínacieho zariadenia



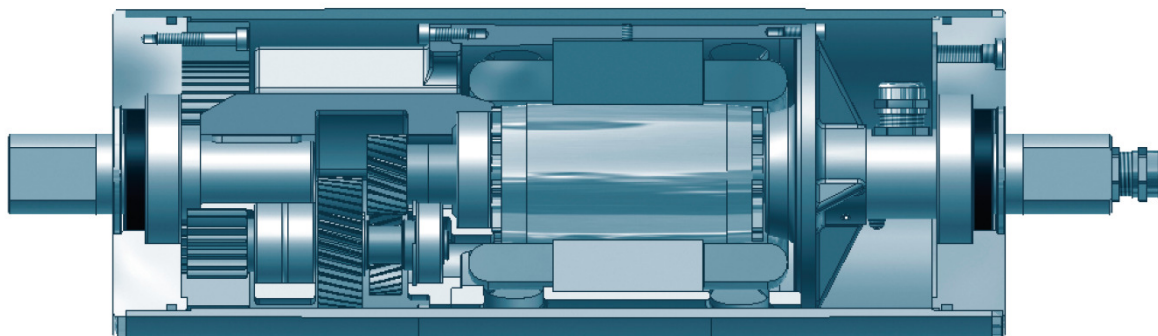
obr. 16 ložiskové teleso

3.2 Voľba pohonu

Ako pohon dopravníkového pásu volím elektrobubon PV 320 s priemerom bubnu D 321mm, výkonom 1,5 kW s frekvenčným meničom.

Prednosti bubnových elektropohonov dopravníkov:

- Plne zapuzdrená, robustná a jednoduchá konštrukcia. Chladenie a mazanie jednou olejovou náplňou.
- Osové utesnenie pomocí VITON-simerinku z špeciálnym posedom; dodatočné axiálne dotesnenie proti prípadnému mechanickému poškodeniu z vonkajšku.
- Obe pevné osové zakončenia sú cez stator a pohonnou jednotku vzájomne pevne prepojené. Týmto riešením je zaručený rovnaký prenos krútiaceho momentu na dopravník.
- Skrutkové spojenie plášťa bubnu s čelom telesa bubnu umožňuje montáž bez špeciálneho náradia.
- Všetky ozubené súčasti sú vyrobené z legované a špeciálne tvrdené oceli, odborne hladené a leštené. Tím je dosiahnuté dokonalého výsledku v prenose sily, minimálnej hlučnosti a mimoriadne vysokej životnosti elektrobubnov.
- Všetky použité ložiska sú naddimenzované.
- Prívod el. prúdu ide cez stator, ktorý je štandardne prevedený v izolačnej triede F.
- Vrchní plochy plášťa elektrobubnu sú celé povrchovo opracované.
- Kontroly a výmeny olejovej náplne sa prevádzajú bez demontáže elektrobubnu.
- Elektrobubny sú štandardne vybavené svorkovnicovou skriňou pre pripojenie prívodu el. prúdu, ktorou je možné otočiť o max. 90°.
- špecifikáciou. Môžu byť tiež vybavené elektromechanickou brzdou, senzormi alebo koncovými vypínačmi i poistkou spätného chodu



obr. 17 rez elektrobubnu

4 Statické a dynamické výpočty

Obvodová hnacia sila:

$$F = F_1 + F_2 + F_{pv} \quad [N]$$

Kde F_1 je sila potrebná pre prekonanie pohybových odporov dopravníku (hlavné odpory) [N], F_2 je sila potrebná pre prekonanie dopravnej výšky [N], a F_{pv} je sila potrebná pre prekonanie prídavných a vedľajších odporov dopravníku [N].

$$q = m_n + m_p \quad [Kg]$$

$$q = 12,5 + 4 = 16,5 \quad [Kg]$$

$$H = L \cdot \sin \beta \quad [m]$$

$$H = 4 \cdot \sin 30 = 2 \quad [m]$$

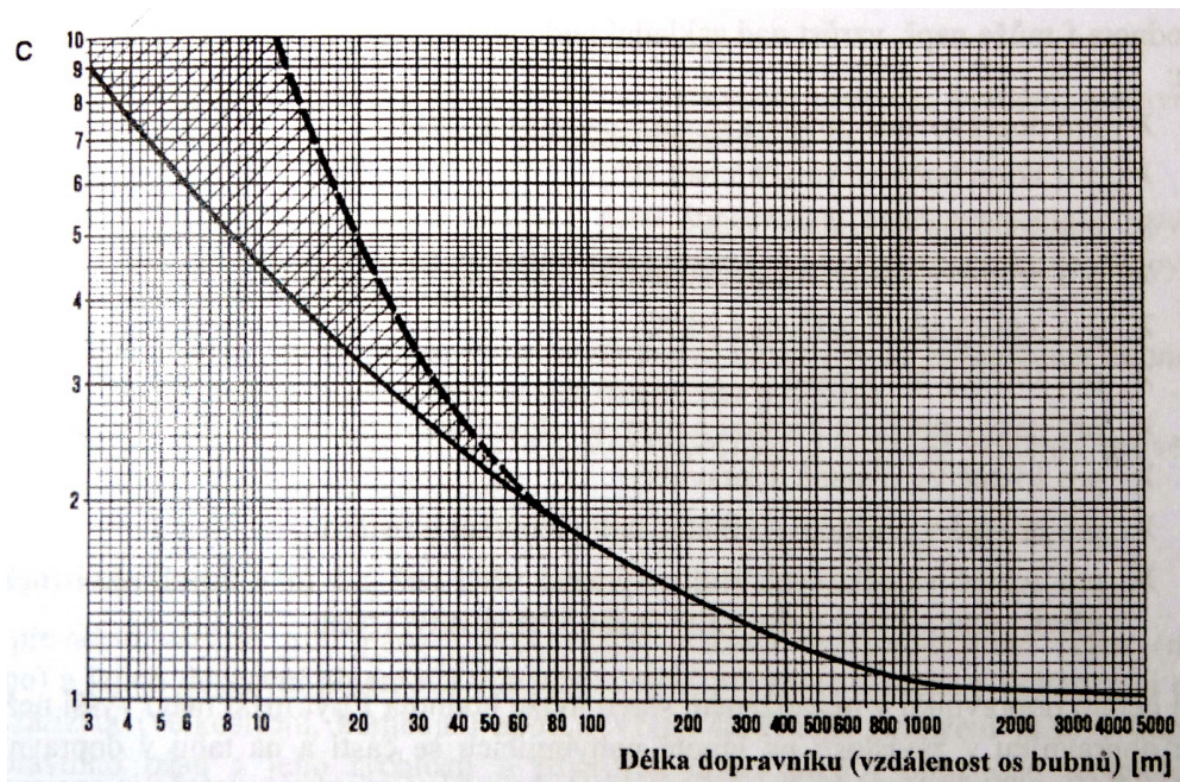
$$F_1 = w \cdot L \cdot g \cdot [(2 \cdot m_p + q) \cdot \cos \beta] \quad [N]$$

$$F_1 = 0,144 \cdot 4 \cdot 9,81 \cdot [(2 \cdot 4 + 16,5) \cdot \cos 30] = 119,9 \quad [N]$$

Použitý dopravný pás FN500/3 od firmy Gumex má mernú hmotnosť $m_p = 4 \text{ kg.m}^{-1}$. Globálny súčiniteľ trenia bol volený $f = 0,02$ a súčiniteľ vedľajších odporov $C = 7,2$ volený s diagramu obrázku č: obr. 18. Pre dĺžku dopravníku L .

$$W = f \cdot C$$

$$W = 0,02 \cdot 7,2 = 0,144$$



obr. 18 súčiniteľ C ako funkcia L

$$F_2 = H \cdot q \cdot g \quad [N]$$

$$F_2 = 2 \cdot 16,5 \cdot 9,81 = 323,73 \quad [N]$$

Kde F_{n1} je odpor zotrvačných síl v mieste nakladania a v oblasti urýchľovania [N]. $n_{B=1}$ je počet nepoháňaných bubnov [ks]. $F_B=1000N$ (odhadnuté) je to odpor v ohybe pásu na bubnu a v ložiskách bubnu [N].

$$F_{n1} = q \cdot v \cdot (v - v_0) \quad [N]$$

$$F_{n1} = 16,5 \cdot 0,5 \cdot (0,5 - 0) = 4,1258 \quad [N]$$

$$F_{pv} = F_{n1} + n_B \cdot F_B + q \cdot g \cdot \cos 30 \cdot f \quad [N]$$

$$F_{pv} = 4,125 + 1000 + 16,5 \cdot 9,81 \cdot \cos 30 \cdot 0,25 = 1039,17 \quad [N]$$

$$F = 119,89 + 323,73 + 1039,17 \quad [N]$$

Príkon poháňacej stanice:

$$P = \frac{F \cdot v}{\eta} \quad [W]$$

$$P = \frac{1482,8 \cdot 0,5}{0,85} 872 \quad [W]$$

Odbiehajúca sila:

$$F_0 \geq \frac{F \cdot k_s}{e^{\mu \cdot \alpha G} - 1} \quad [N]$$

$$F_0 \geq \frac{1482,8 \cdot 1,6}{e^{0,35 \cdot \pi} - 1} \geq 1184,56 \quad [N]$$

Kde $k_s=1,6$ je to statická bezpečnosť proti preklíznutiu dopravného pásu na hnacom bubne.
 $\mu=0,35$ je to súčiniteľ trenia medzi poháňacím bubnom a dopravným pásom.

$$F_z \geq 2 \cdot (F_0 - m_p \cdot L \cdot \sin \beta \cdot g) \quad [N]$$

$$F_z \geq 2 \cdot (1184,5 - 4 \cdot 4 \cdot \sin 30 \cdot 9,81) = 2212,2 \quad [N]$$

F_z je napínajúca sila pri zabezpečení dovoleného prievisu dopravného pásu.

$$T_i \geq \frac{L \cdot m_p \cdot g}{8 \cdot y_{\max}} \quad [N]$$

$$T_i \geq \frac{4 \cdot 4 \cdot 9,81}{8 \cdot 0,01} = 1962 \quad [N]$$

Navrhujem F_z 3927 N 5 Bar D 100mm

$$F_0 \leq 0,5 \cdot F_z + m_p \cdot L \cdot \sin 30 \cdot g \quad [N]$$

$$F_0 \leq 0,5 \cdot 3927 + 4 \cdot 4 \cdot \sin 30 \cdot 9,81$$

$$F_0 \leq 2042 \quad [N]$$

$$F_n = F_0 + F \quad [N]$$

$$F_n = 2042 + 1482,8 = 3524,8 \text{ [N]}$$

$$T_{\max} = F_n \leq \sigma_{dov} \cdot B \quad [\text{N}]$$

$$F_n \leq 20 \cdot 500 = 10000 \quad [\text{N}]$$

Kontrola piestnice na vzper :

Moment zotrvačnosti:

$$J = \frac{\pi \cdot d^4}{64}$$

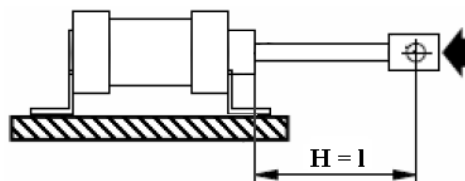
$$J = \frac{\pi \cdot 0,03^4}{64}$$

$$\underline{J = 3,976 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4}$$

Redukovaná dĺžka

$$l_{red} = 2 \cdot H$$

$$\underline{l_{red} = 2 \cdot 0,16 = 0,32 \text{ m}}$$



Kritická sila

$$F_{KR} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{l_{red}^2}$$

$$F_{KR} = \frac{\pi^2 \cdot 2,1 \cdot 10^{11} \cdot 3,976 \cdot 10^{-8}}{0,32^2}$$

$$\underline{\underline{F_{KR} = 8,0476 \cdot 10^5 \text{ N}}}$$

Modul pružnosti oceli v ťahu... $E = 2,1 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$

Prípustná kritická sila

$$\begin{aligned}F_{KR\,dov} &= \frac{F_{KR}}{\nu} \\F_{KR\,dov} &= \frac{8,0476 \cdot 10^5}{5} \\F_{KR\,dov} &= \underline{\underline{1,6095 \cdot 10^5 \, N}}\end{aligned}$$

Súčiniteľ bezpečnosti... $\nu = 3,5 \div 10 \Rightarrow$ volím $\nu = 5$

$$\begin{array}{ll} \text{Musí platiť:} & \begin{array}{l} F_{KR\,dov} \geq N_{SK} \\ \underline{\underline{1,6095 \cdot 10^5 \, N \geq 3927 \, N}} \end{array} \Rightarrow \text{Vyhovuje!} \end{array}$$

Kontrola na medzný prípad vzperu v konečné polohe

$$\begin{aligned}F_{SK\,\max} &= \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot p_p \\F_{SK\,\max} &= \frac{\pi \cdot 0,1^2}{4} \cdot 0,5 \cdot 10^6 \\F_{SK\,\max} &= \underline{\underline{3927 \, N}}\end{aligned}$$

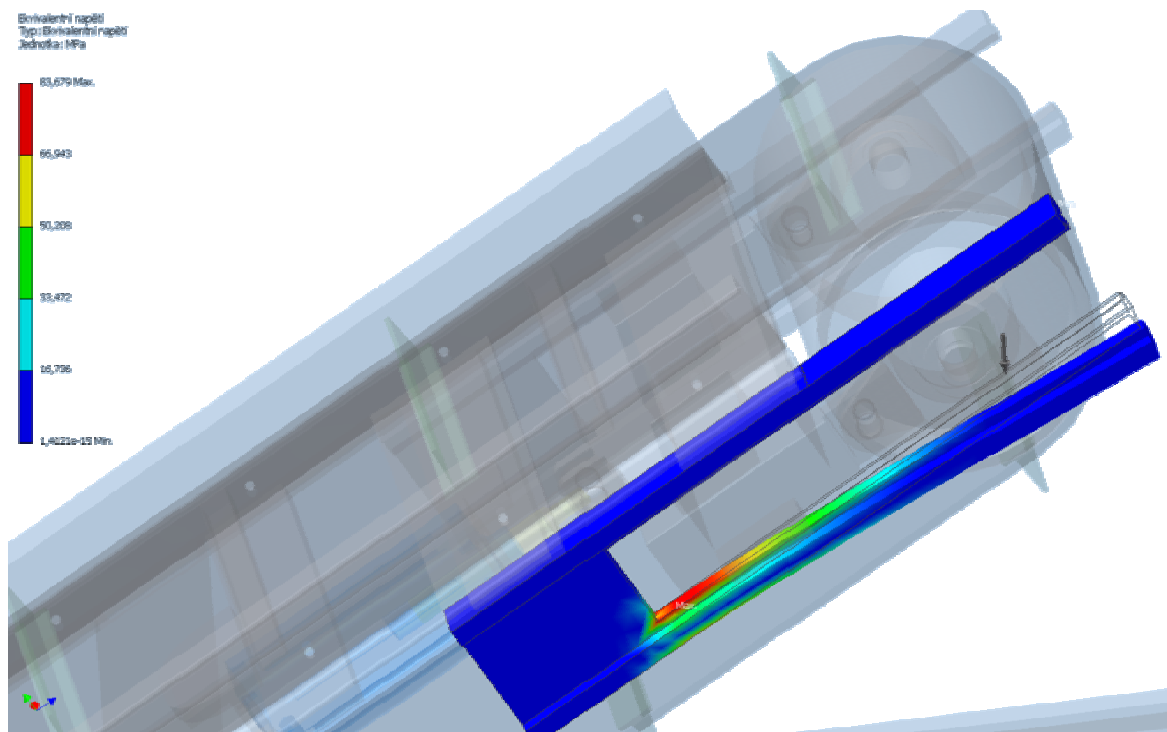
$$\begin{array}{ll} \text{Musí platiť:} & \begin{array}{l} F_{KR\,dov} \geq F_{SK\,\max} \\ \underline{\underline{1,6095 \cdot 10^5 \, N \geq 3927 \, N}} \end{array} \Rightarrow \text{Vyhovuje!} \end{array}$$

4.1 Metóda konečných prvkov

Je to numerická metóda slúžiaca k simulácií priebehu napätia, deformácií, vlastných frekvencií atd. Na vytvorenom fyzikálnom modeli. Princíp spočíva v rozdelení spojitého materiálu do určitého (konečného) počtu prvkov. Na každý prvok pôsobia zadané parametre. To znamená že každý prvok riešime samostatne pomocou sústavy až šiestich rovníc. Tato metóda je používaná predovšetkým pre kontrolu už navrhnutých zariadení, alebo stanovení kritického miesta konštrukcie. Pre výpočet v MKP je dôležité vedieť modul pružnosti a poissonovu konštantu materiálu.

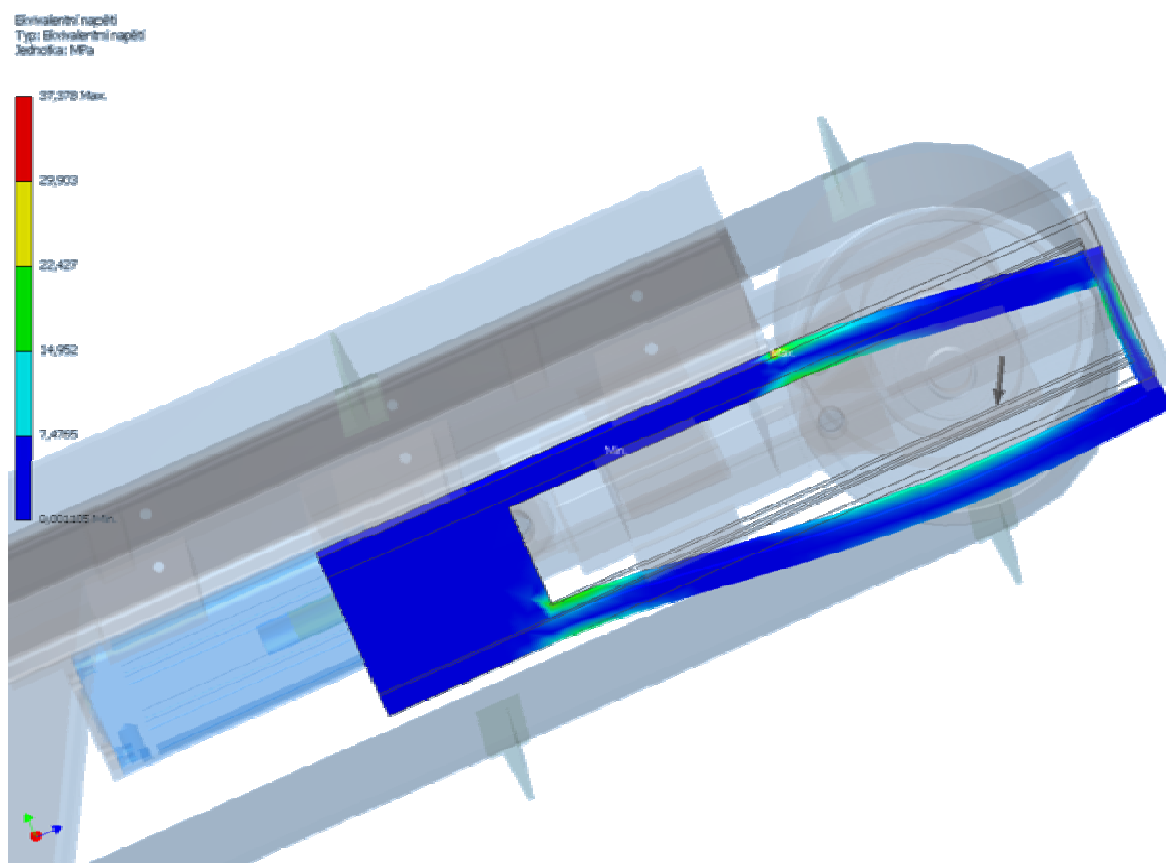
4.2 Kontrola napätia pomocou MKP

Pomocou Metódy Konečných prvkov som zistil Ekvivalentné napätie na kriticky namáhanom mieste. Z obrázku obr. 19 je vidieť že pri simulovanom namáhaní v mieste osy napínacieho bubnu pri zvolenej záťaži 2000[N] je najväčšie ekvivalentné napätie v päte lišty. Napätie dosahuje hodnoty 84 [Mpa] a maximálne dovolené napätie tohto materiálu 11523.0 je 164 [Mpa]



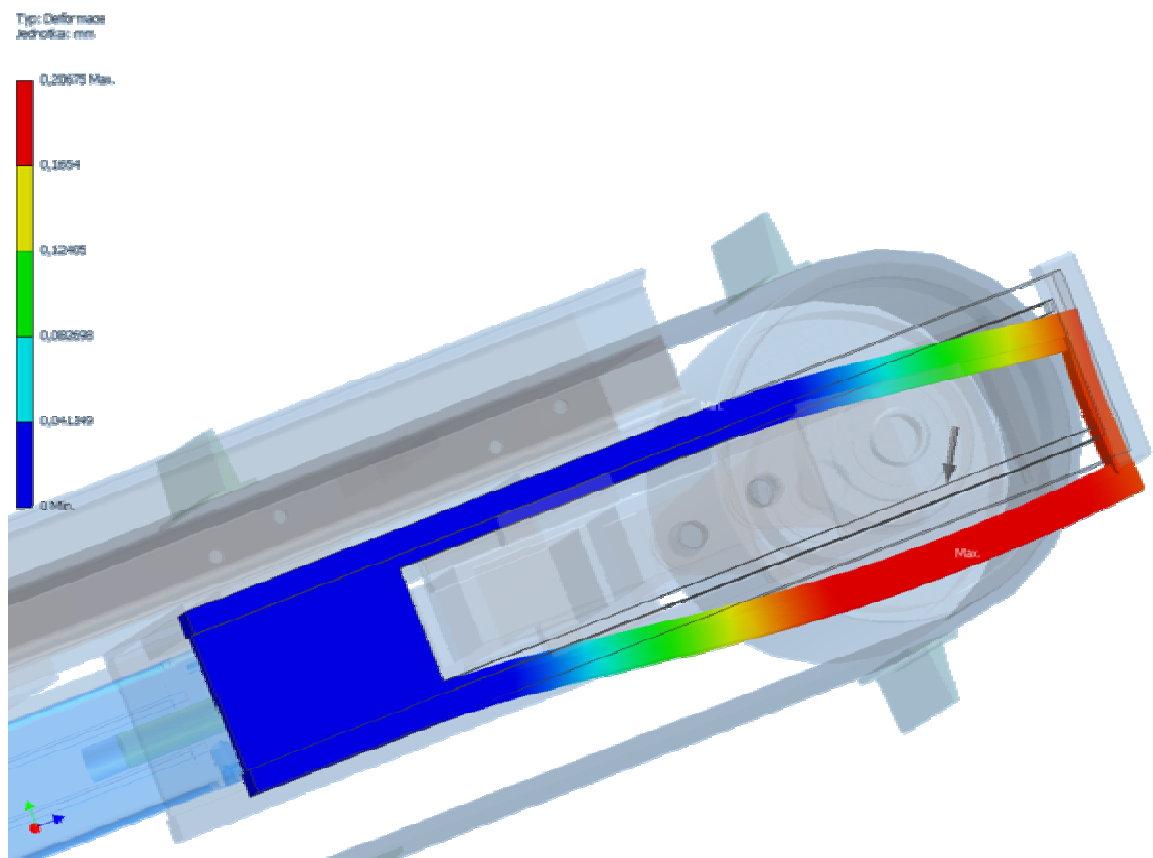
obr. 19 kontrola napätia pomocou MKP

Z dôsledku väčšej bezpečnosti som na konce vodiacich líšt nasadil spevňovacie čapice, ktoré spevňujú konštrukciu a slúžia na zvýšenie dovoľeného zaťaženia od pôsobiaceho bremena. V tomto prípade ako je z obrázku obr. 20. vidieť je v päte lišty napätie okolo 20 [Mpa] a v mieste zvaru kde je vodiaca lišta prizváraná k rámu dopravníku je maximálne Ekvivalentné napätie okolo 30 [Mpa]



obr. 20 ekvivalentné napätie v jednotlivých častiach vodiacej lišty

Na modelu môžeme rozoznať podľa farebnej škály miesta najväčšej deformácie. Zaťažovacia sila je zvolená v mieste osy napínacieho bubnu o veľkosti 2000 [N] práve tam sa nachádza oblasť s najväčšou deformáciou ktorá je maximálne 0,21 [mm] . Priehyb vodiacej lišty je v dovolených medziach a veľkosť deformácie v jednotlivých úsekoch lišty je odstupňovaná pomocou farebného spektra ktoré je na obrázku obr. 21 vidieť



obr. 21 deformácia v jednotlivých častiach vodiacej lišty

5 Riadenie napínacej sily:

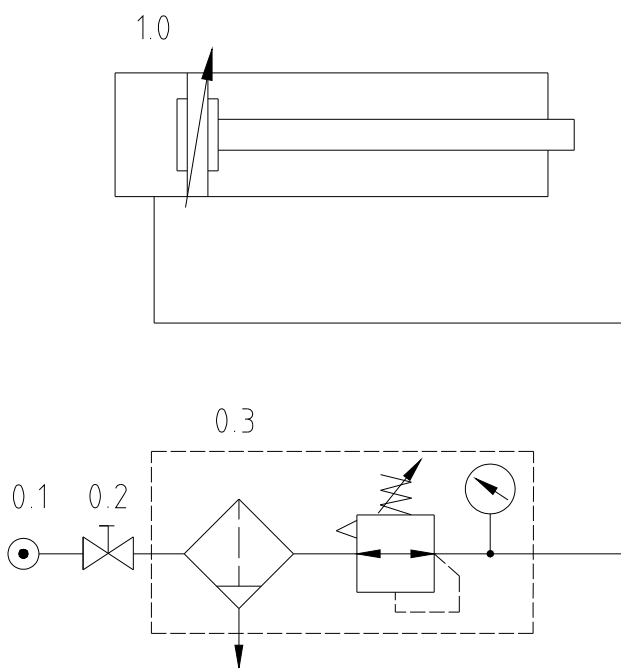
Bude realizované: a, pomocou regulátora tlaku nastavením na konštantný tlak (kap. 5)

b, návrhom napínania riadenia na konštantnú silu (kap. 6)

c, návrh riadenia pomocou PLC (kap. 6)

Napínacia sila bude realizovaná pomocou regulátora tlaku, na ktorom nastavíme konštantný tlak 5 Barov. Tento tlak nám vyvodí pomocou zvoleného pneumatického valca napínaciu silu 3927[N], ktorá je väčšia ako minimálna dovolená napínacia sila 2212.2[N]

Regulátory tlaku tzv. Redukčné ventily nám v obvode udržia konštantný nastavený výstupný tlak p_2 nezávisle na zmenách vstupného tlaku p_1 a nezávisle na prietoku za predpokladu že $p_1 > p_2$. Redukčný ventil nám zaisťuje tlakovú stabilitu pneumatického obvodu a tým konštantnú silu vyvedenú pneumatickým motorom.



obr. 22 schéma obvodu

1.0 – Pneumatický priamočiarý motor

0.3 – Filter / Regulátor tlaku

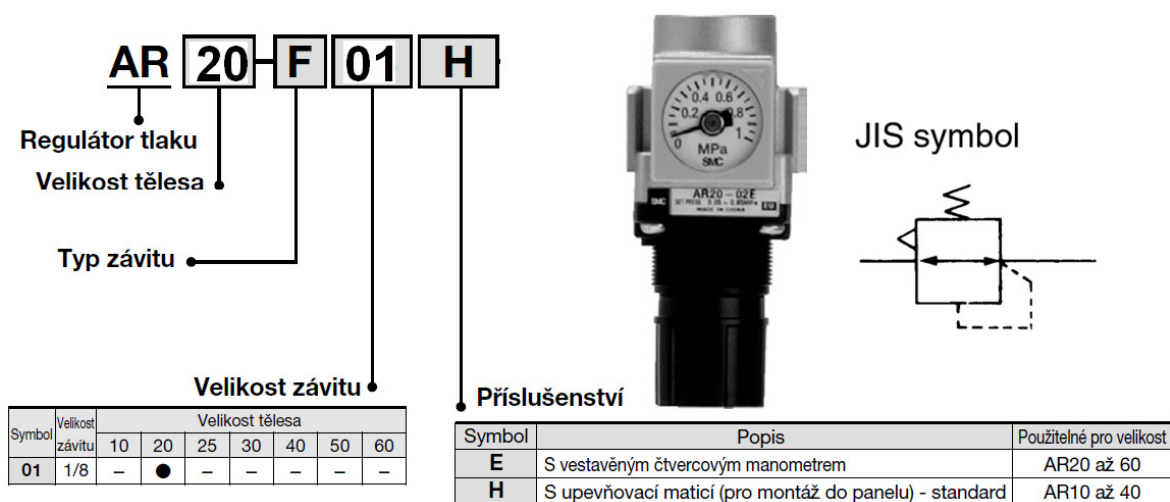
0.2 – Uzatvárací ventil

0.1 – Zdroj tlakového vzduchu

5.1 Použité prvky:

Regulátor tlaku AR20 – F01H

- Použitelný samostatně nebo v bloku s jinými prvky
- Membránový regulátor s odvzdušněním sekundárního okruhu
- Možnost upevnit do panelu
- Velký průtok vzduchu, použití kompenzace tlaku a objemu pro přesnou regulaci
- Rozsah provozních teplot 5 až 60 °C



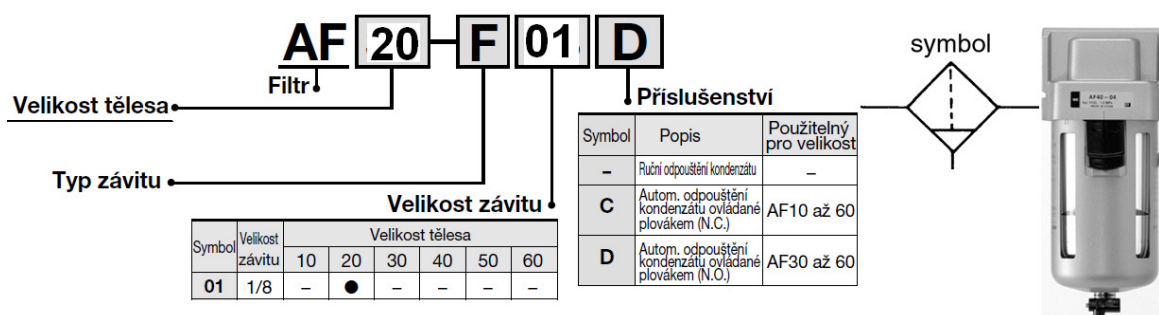
obr. 23 regulátor tlaku

Technické údaje

Velikost		AR20
Připojovací závit		1/8, 1/4
Médium	stlačený vzduch	
Zkušební tlak	1.5MPa	
Max. provozní tlak	1.0MPa	
Rozsah regulace výst. tlaku	0.05 až 0.7MPa; 0.05 až 0.85MPa	
Připojovací závit manometru	Rc 1/16 Pozn 2)	1/8
Odvzdušňovací tlak	Nastavený tlak + 0.05MPa Pozn 3) (při průtoku odvzdušnění 0.1NI/min)	
Teplota média a okolí	—5 až 60 °C (vysušený vzduch)	
Konstrukce	S odvzdušněním	
Hmotnost (kg)		0.26

Filter vzduchu AF20 – 01 D

- Použitelný samostatně nebo v bloku s jinými prvky
- Možnost volby ručního nebo automatického odpustění kondenzátu
- Různé materiály nádob na použití do rozličných prostředí (polykarbonát, nylon, kov)
- Rychlá a lehká výměna filtrační vložky
- Rozsah provozních teplot 5 až 60 °C
- Montáž ve zvyslejší poloze
- Poréznost filtrační vložky 5 µm. Na přání 2, 10, 20, 40, 70, a 1005 µm

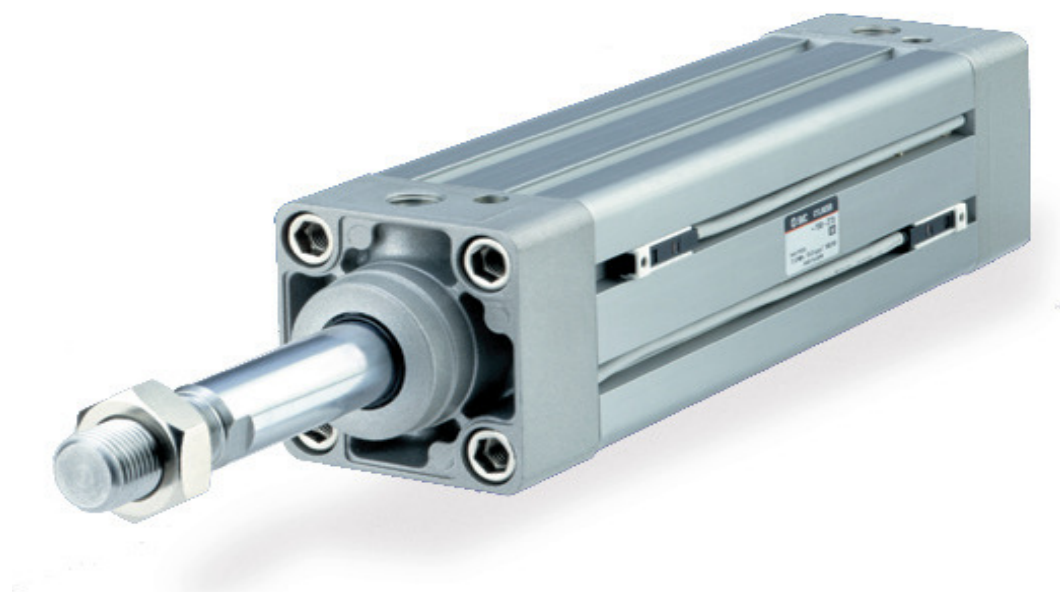


obr. 24 filter

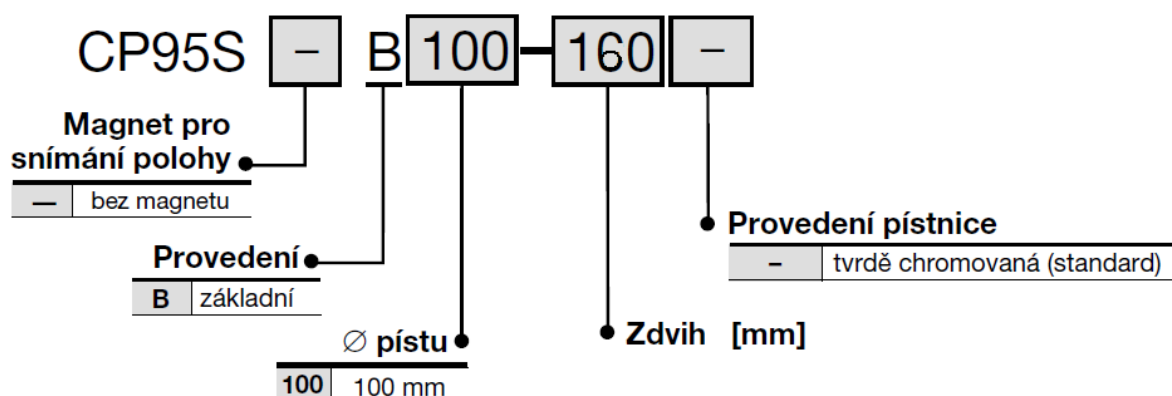
Technické údaje

Velikost		AF20
Připojovací závit		1/8, 1/4
Médium		stlačený vzduch
Zkušební tlak		1.5MPa
Max. provozní tlak		1.0MPa
Teplota média a okolí		-5 až 60 °C (vysušený vzduch)
Poréznost filtrační vložky	5 µm, (volitelně: 2, 10, 20, 40, 70, 100 µm)	
Materiál jímky		polykarbonát
Ochranný kryt jímky		volitelně
Objem jímky (cm³)		8
Hmotnost (kg)		0.18

Pneumatický valec



obr. 25 pneumatický valec

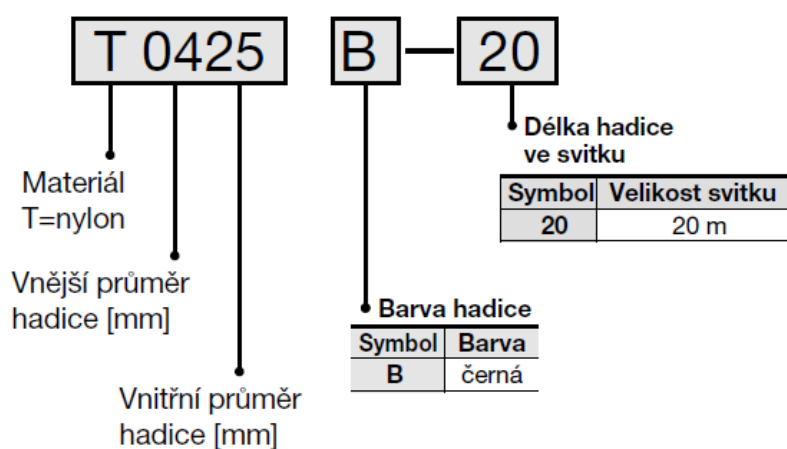
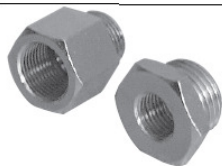


Technické údaje

Ø pístu	100
Funkce	dvojčinný
Médium	stlačený vzduch, filtrovaný (5 µm), nemazaný nebo přimazávaný
Zkušební tlak [MPa]	1,5
Max. provozní tlak [MPa]	1,0
Min. provozní tlak [MPa]	0,05
Teplota média a okolí [°C]	bez magnetu -10 až 70 (vysušený vzduch)
	s magnetem -10 až 60 (vysušený vzduch)
Mazání	nevyžaduje se (mažete-li, použijte turbínový olej ISO VG32 dle ISO 3448)
Střední rychlost pístu [mm/s]	50 až 1000
Tolerance zdvihu [mm]	do 250: $^{+1,0}_0$, 251 až 1000: $^{+1,4}_0$
Tlumení koncových poloh	nastavitelné vzduchové
Přívod vzduchu	G1/2

Redukce

Řada	Připojovací závit	
	vnější	vnitřní
R12A-18I	G1/2	G1/8



Plastová hadica

Technické údaje

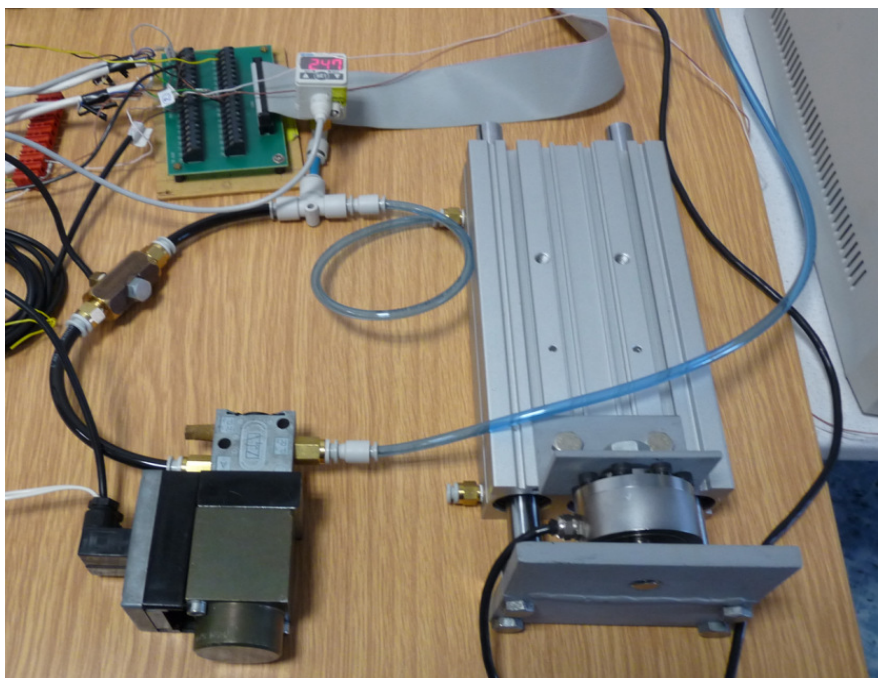
Médium	stlačený vzduch, voda ¹⁾
Max. provozní tlak	1,5 MPa při 20 °C
Rozsah provozních teplot (°C)	-20 až +60 (voda: +5 ~ +40)
Materiál	nylon



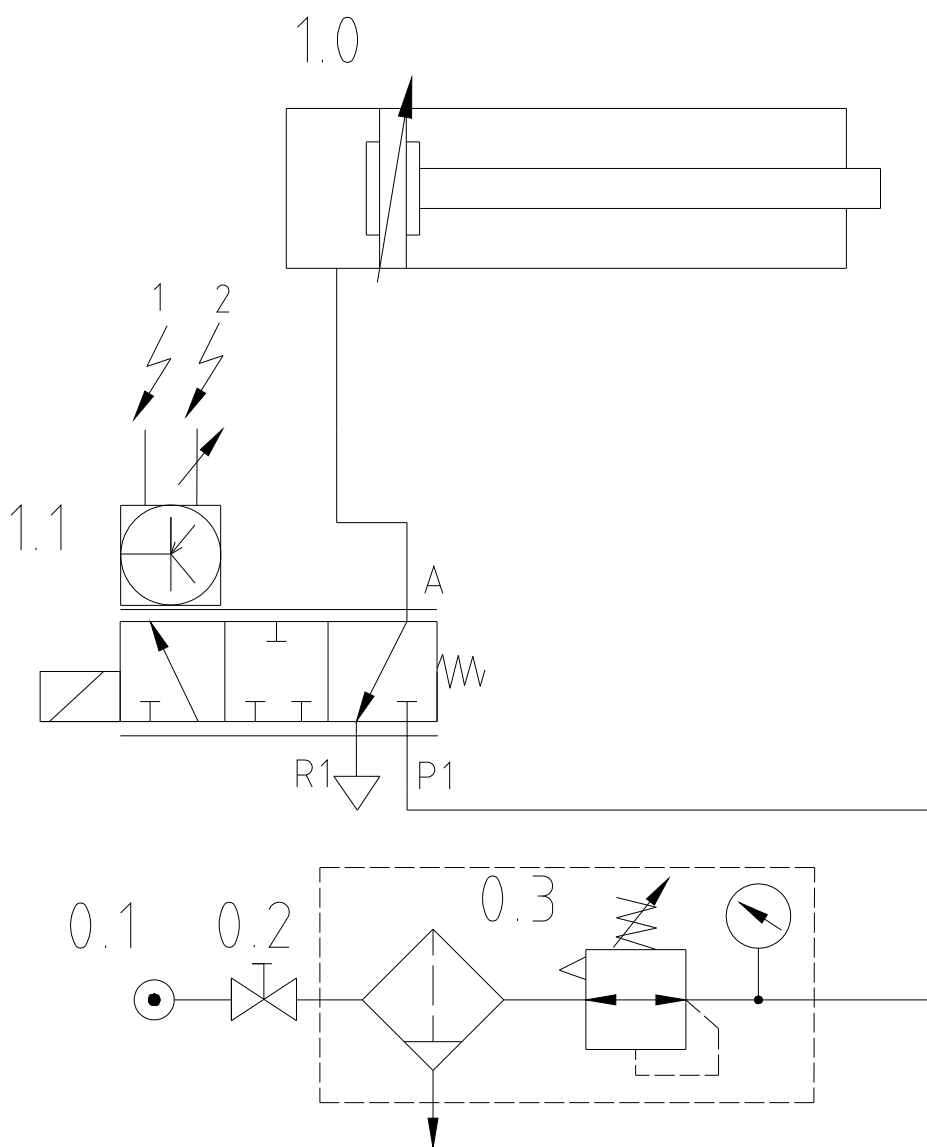
obr. 26 nylonová hadica

6 Návrh riadenia napínania na konštantnú silu.

Návrh riadenia pneumatického mechanizmu napínania na konštantnú silu som simuloval v laboratóriu našej katedry pomocou programu Matlab Simulink. Na simuláciu som použil dostupné komponenty: pneumatický valec D 32 s vedením, elektropneumatický prevodník (napäťový), snímač sily, procesný a teplotný PID regulátor, elektronický tlakový snímač a meraciu kartu Humusoft. Najskôr som zostrojil model ktorý je vidieť na obr. 27. Na obrázku je vidieť usporiadanie komponentov a senzor sily, ktorý je uchytený na pneumatickom valci. Pôsobením tlaku vo valci bude na senzor sily pôsobiť ťahová sila. Zvýšenie záťaže na pásovom dopravníku som simuloval pridaním záťaže a tým zmenšil pôsobiacu ťahovú silu na senzor sily. Pomocou meracej karty a programu Matlab Simulink som riadil elektropneumatický prevodník a tým doreguloval tlak vo valci. Tlak sa reguloval tak aby výsledná sila bola rovná žiadanej sile. Tento experiment je len ukážka ako by sa dalo pomocou programu Matlab Simulink riadiť napínanie pásu na konštantnú silu. Ale v praxi na pásových dopravníkoch v reálnych podmienkach sa napínacia sila riadi na konštantný tlak. Vzhľadom na to že pri riadení na konštantnú silu vznikne problém, ktorý nastane vtedy keď pridáme bremeno na dopravníkový pás, tým sa zvýši sila na tlakový snímač, ktorá je väčšia ako žiadaná nastavená sila, aby sa rozdiel medzi žiadanou a skutočnou silou vyrovnal dôjde k zníženiu tlaku v obvode. Nastavená žiadaná napínacia sila by v tomto prípade nemusela byť dostatočná a mohlo by dôjsť k preklznutiu hnacieho bubnu voči dopravníkovému pásu.



obr. 27 zostavený model pre simuláciu v programe Matlab Simulink



obr. 28 schéma obvodu

1.0 – Pneumatický priamočiary motor

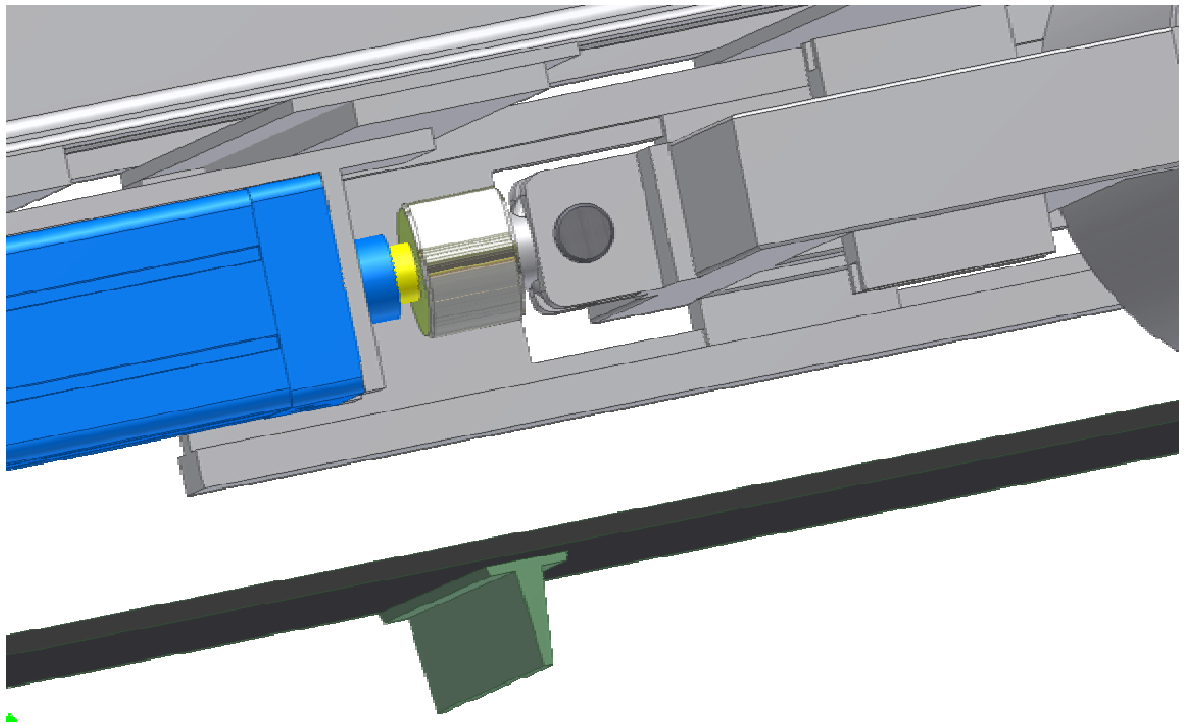
1.1 – Elektropneumatický prevodník

0.3 – Filter / Regulátor tlaku

0.2 – Uzatvárací ventil

0.1 – Zdroj tlakového vzduchu

V reálnom prípade pri napínaní dopravníkového pásu pomocou pneumatického valca by bol snímač sily zabudovaný medzi piestnou tyčou a tlačným ramenom ako je vidieť na obrázku obr. 29.



obr. 29 umiestnenie snímača sily v napínacom mechanizme

6.1 Matlab

Je to výpočtový systém používaný najmä v oblasti technických výpočtov a simulácii vo vede, priemysle, ale aj v oblasti vzdelávania. Matlab poskytuje grafické a výpočtové nástroje, ale aj rozsiahle špecializované knižnice funkcií.

Systém Matlab ponúka:

- ❖ Rýchle výpočtové jadro.
- ❖ Prehľadná 2D a 3D grafika.
- ❖ Veľké množstvo aplikačných knižníc.
- ❖ Konfigurovateľné užívateľské rozhranie Matlab Desktop.
- ❖ Objektové programovanie.
- ❖ Podpora viacrozmerných polí a užívateľsky definovaných dátových štruktúr.
- ❖ Integrácia s jazykom Java.
- ❖ Podpora riadiacich matic.

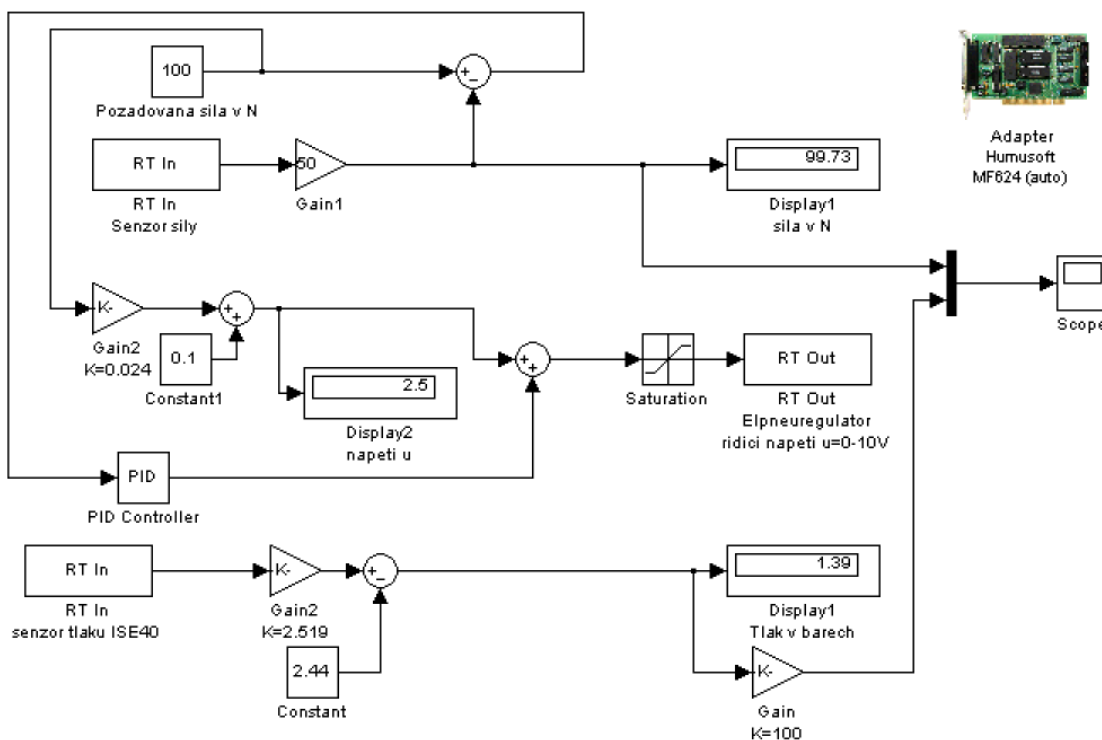
- ❖ Interaktívne nástroje pre tvorbu grafického užívateľského rozhrania.
- ❖ Interaktívny sprievodca importom dát.
- ❖ Komunikácia s externým prístrojovým vybavením.
- ❖ Zvukový vstup a výstup animácie.
- ❖ Komunikácia s externým prístrojovým vybavením.
- ❖ Distribúcia nezávislých užívateľských aplikácií: preklad do jazyka C, modul, runtime, www technológie.
- ❖ Výpočtové jadro pre programy písané v Fortanu a jazyku C.

6.2 Simulink

Je to program pre simuláciu a modelovanie dynamických systémov, ktoré používajú algoritmy Matlabu pre numerické riešenie nelineárnych diferenciálnych rovníc. Poskytuje možnosť rýchlo a ľahko vytvárať modely dynamických sústav vo forme blokových schém a rovníc. Pomocou Simulinku a jeho grafického editoru sa dajú vytvárať modely lineárnych, nelineárnych, v čase diskretných alebo spojitých systémov len jednoduchým presúvaním blokov myšou. Simulink umožňuje spúšťať určité časti simulačnej schémy na základe výsledku logickej podmienky. Tieto spustené a povolené subsystémy umožňujú použitie programu v náročných simulačných experimentoch. Súčasťou je aj otvorená architektúra, ktorá dovoľuje užívateľovi vytvárať si vlastné funkčné bloky a rozširovať knižnicu Simulinku. Hierarchická štruktúra modelov umožňuje koncipovať i veľmi zložité systémy do prehľadnej sústavy subsystémov prakticky bez obmedzenia počtu blokov. Simulink, rovnako ako aj Matlab, dovoľuje pripojovať funkcie napísané v jazyku C. Vynikajúce grafické možnosti Simulinku sa dajú priamo využiť k tvorbe dokumentácie. Medzi neoceniteľné vlastnosti patrí aj nezávislosť užívateľského rozhrania na počítačovej platforme. Prepojitelnosť modelov a schém medzi rôzne typy počítačov umožňuje vytvárať rozsiahle modely, ktoré vyžadujú spoluprácu väčšieho kolektívu riešiteľov na rôznych úrovniach. Otvorená architektúra Simulinku viedla k vzniku knižníc blokov, nazvaných blocksety, ktoré rozširujú základnú knižnicu blokov Simulinku a umožňujú použitie programu v príslušných vedných a technických oboroch. Knižnice je možno rozširovať i o vlastné bloky, vytvorené užívateľom.

6.3 Schéma v programu Matlab Simulink

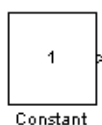
Činnosť regulácie je riadená pomocou zostavenej schémy na ktorej je vidieť jednotlivé funkčné bloky. Okrem meracej karty Humusoft sú súčasťou schémy vstupy senzoru tlaku a senzoru sily. Ako výstupný prvok je tu zobrazený Elpneuregulátor (elektropneumatický prevodník), ktorý reguluje tlak v obvode.



obr. 30 zostavené schéma

6.4 Použité bloky:

Konstanta (constant)



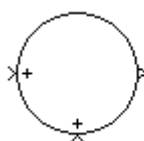
Constant Blok bez vstupu a s jedným výstupom. Výstupom je konštanta zadaná pomocou (Constant value) Parametrom môže byť skalár (matica 1x1), vektor alebo matica.

Zosílenie (gain)



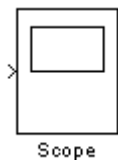
Blok vynásobí vstup konštantu (ziskom, zosilnením). Parameter môže byť skalár matica 1x1), vektor alebo matica. Pre maticu a vektory je možné nastaviť druh násobenia (po elementoch alebo maticovo).

Suma (sum):



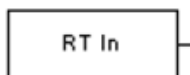
Blok sčíta alebo odčíta výstupné veličiny a predá na výstup. Parametri List of sings určuje počet a typ vstupných operácií. Znamienko - + znamená odčítanie alebo pričítanie vstupu a výstupu.

Osciloskop (scope)



Blok pre kreslenie grafu. Vypočítané dáta je možné zobrazíť pomocou bloku (scope). Zobrazí priebeh pravidelnej veličiny alebo veličiny v prípade vektoru v čase.

Vstup v reálnom čase (real time)



Blok sa používa ako vstup z vonkajšieho zariadenia .

Displej

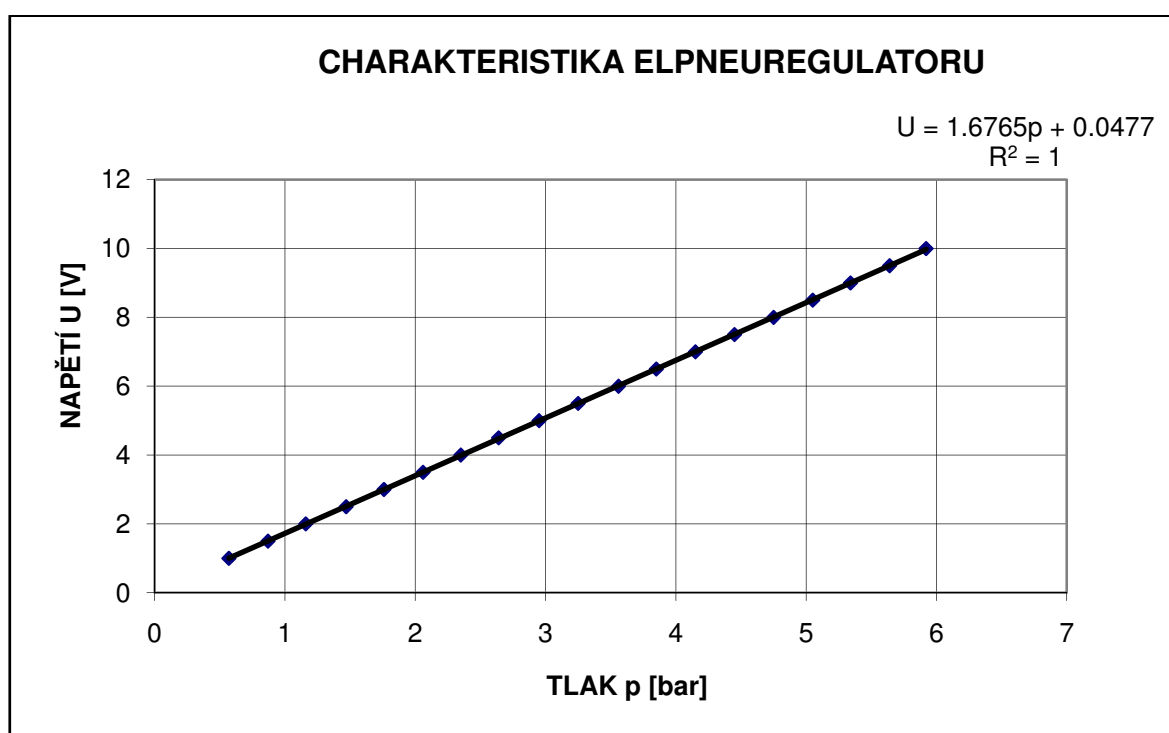


Tento blok nám slúži na zobrazenie číselnej hodnoty.

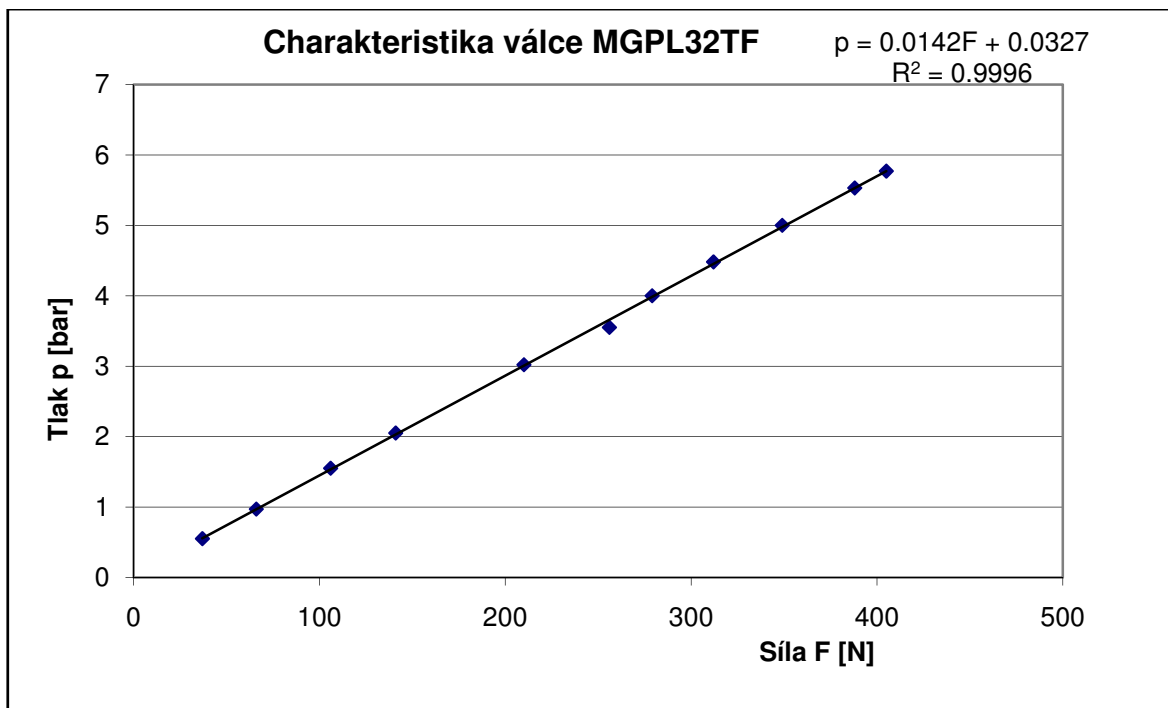
PID Regulátor



6.5 Určenie statických charakteristík



obr. 31 závislosť napätia na tlaku



obr. 32 závislosť tlaku na sile

Určenie závislosti napätia na sile

$$p = 0,0142 F + 0,0327 \quad [\text{bar}]$$

$$U = 1,6765 p + 0,0477 \quad [\text{V}]$$

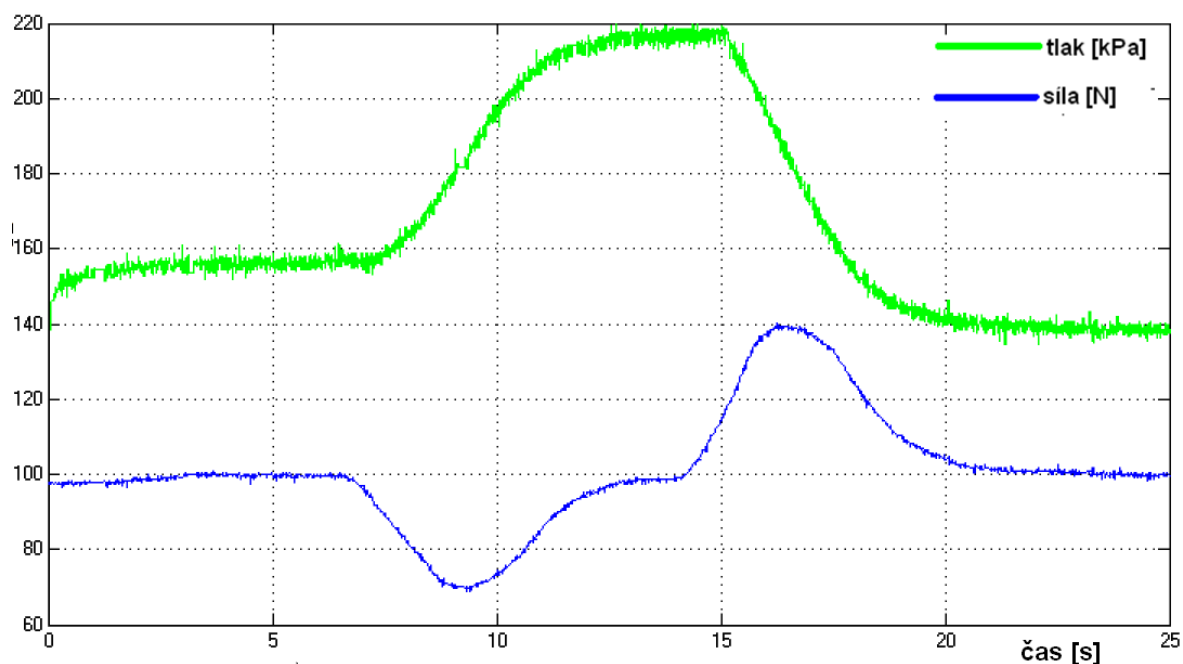
$$U = 1,6765 \cdot (0,0142 F + 0,0327) + 0,0477 \quad [\text{V}]$$

$$U = 0,0238 F + 0,0548216 + 0,0477 \quad [\text{V}]$$

$$U = 0,0238 F + 0,1025 \quad [\text{V}]$$

6.6 Graf závislosti tlaku a sily na čase

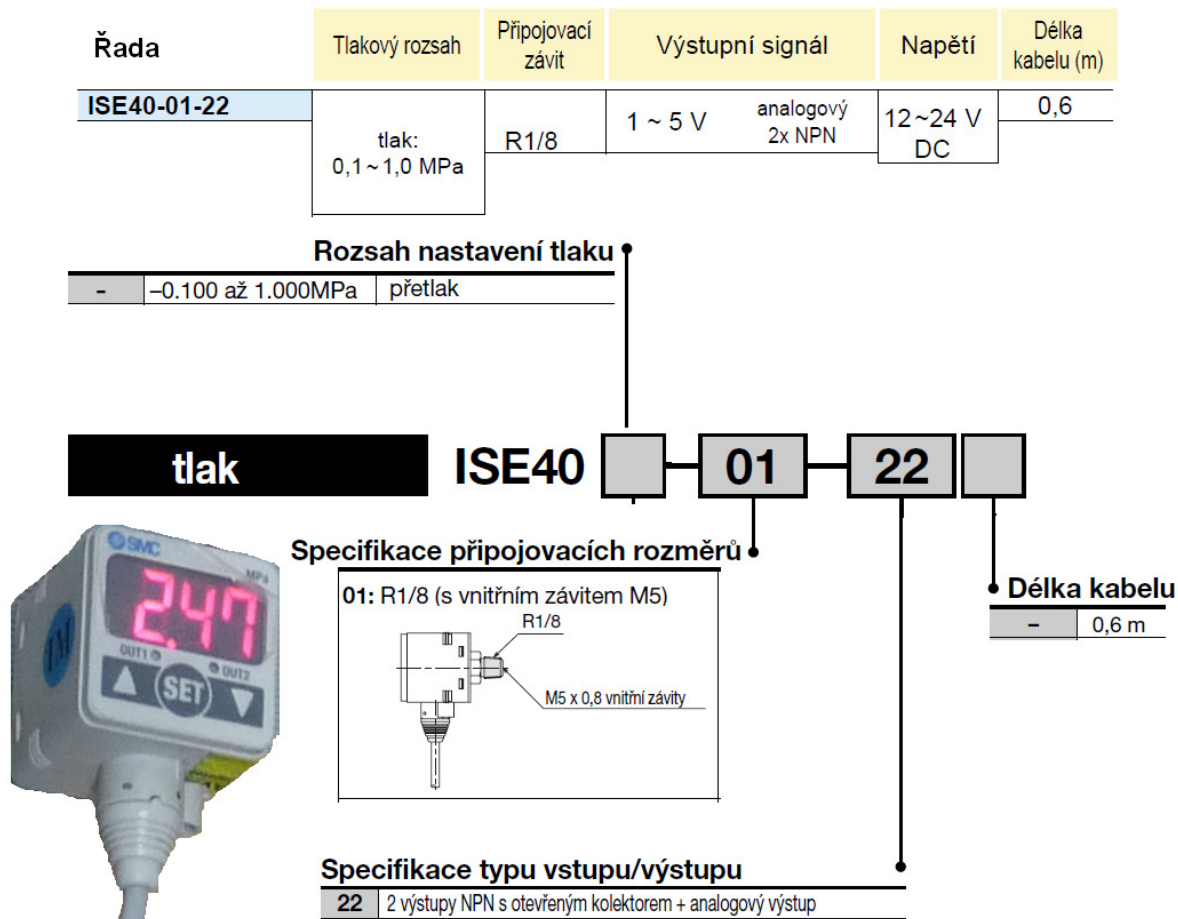
Pri riadení napínacej sily pomocou programu Matlab Simulink sa v bloku scope (osciloskop) vykreslil graf. Na grafe je vidieť dve veličiny závislé na čase. Modrou farbou je zobrazená sila, ktorú vyvodí pneumatický valec. Požadovaná sila je nastavená na hodnotu 100 [N] a pomocou elektropneumatického prevodníku sa snažíme dosiahnuť požadovanú hodnotu. Pri spustení regulácie sa sila ustáli na požadovanej hodnote 100 [N], po pridání závažia, ktoré pôsobí proti vytváranej ťahovej sile sa sila zníži na hodnotu okolo 70 [N]. Aby sa sila dostala na svoju konštantnú veľkosť program pomocou elektropneumatického prevodníku doreguluje tlak v obvode s pôvodných 150 [kPa] na 215 [kPa] a tým sa sila dostane na svoju konštantnú hodnotu. Pri odobratí závažia sa veľkosť sily zvýši na 140 [N] a opäť pomocou elektropneumatického prevodníku, ktorý zníži tlak v obvode sa veľkosť sily ustáli na svojej zadanej konštantnej hodnote. Celý priebeh je znázornený na obrázku: obr. 33.



obr. 33 graf regulácie na konštantnú silu

6.7 Použité komponenty

Elektronický tlakový snímač s displejem



obr. 34 tlakový snímač

Snímač síly

Séria LCM203 od Omegy sú veľmi presné, miniatúrne snímače s nízkym profilom pre priemyselné použitie. Pre ľahkú montáž majú z oboch strán svorníky zo závitom. Konštrukcia z húževnatej nerezovej oceli, presné tenzometry i skúška FM pre výbušné prostredia predurčujú tieto snímače pre väčšinu aplikácií.

Špecifikácia:

Napájanie: 10Vss, 15Vss max.

Výstup: 2mV/V +/-0,25%

Linearita: +/-0,15% z rozsahu

Hysterézia: +/-0,1% z rozsahu

Neistota (opakovateľnosť): +/- 0,05% z rozsahu

Posun nuly: +/-2% rozsahu

Deflexia (ohyb): 0,025 až 0,075 mm

Skúška: FM IS/I.II.III/1/CDEFG-Standard

Teplotní rozsah: -46 až 107°C

Kompenzovaný teplotní rozsah: 16 až 71°C

Vliv teploty: nula: 0,0045% z rozsahu/°C, rozsah: 0,009% z rozsahu/°C

Bezpečné preťaženie: 150% kapacity

Konečné preťaženie: 300% kapacity

Vstupní odpor: 360 Ohmov minimálne

Výstupní odpor: 350 +/- 10 Ohmov

Konštrukcia: nerezová oceľ

Pripojenie: 3 m štvorvodičový tienený kábel



obr. 35 snímač sily

Procesný a teplotný PID regulátor

Je to inteligentný priemyslový prístroj vybavený oboma typmi sériovej komunikácie (RS-232 a RS 485) v jednom prístroji. Prístroj podporuje jak protokol NEWPORT, tak i protokol MODUS. Je užívateľsky prívetiví, ľahko nastaviteľný a má široký rozsah použitia. Prístroj je postavený na báze mikroprocesoru, s plne programovateľným farebným displejom. Displej sa dá naprogramovať tak , aby zmenil farbu pri akejkoľvek nastaviteľnej hodnote. Napríklad sa dá prístroj naprogramovať tak, aby farba displeja bola zelená pri zahrievaní, žltá pri normálnej prevádzke a červená pri poruche. Zmena farby dovoľuje ľahkú a rýchlu identifikáciu stavu zariadenia a dovoľuje rýchlu a intuitívnu reakciu obsluhy.

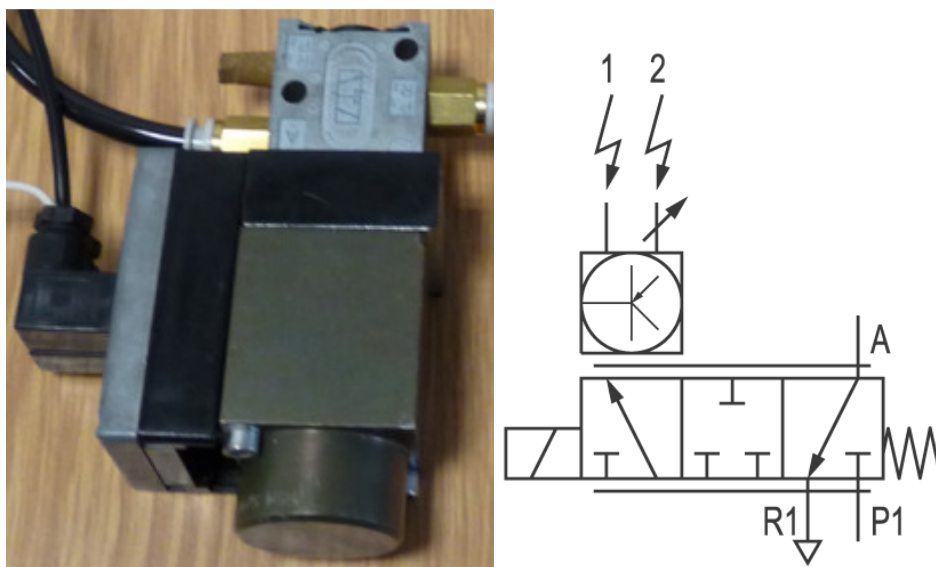


obr. 36 procesný PID regulátor

Elektropneumatický prevodník


Tento regulátor tlaku (napäťový) od firmy REXROTH je staršieho prevedenia, ale na simuláciu vyhovoval z dôvodu, že jeho vstupný signál je napäťový v rozsahu 0-10V. Pracuje v tlakovom rozsahu 0,01-0,6 MPa, tento prevodník má stupeň krytia IP 64 odpovedajúci norme DIN VDE 0470. Technické parametre sú zaznamenané v tabuľke.

Typ:	Tlakový rozsah	Pripojovací závit	Vstupní signál	Výstupní signál	Napätie
561012 062 0	0,01-0,6 Mpa	G 1/8	0-10 V	0-20mA	24 V DC +- 10%



obr. 37 elektropneumatický převodník

Pneumatický valec s vedením

Řada	ø pístu (mm)	Standardní zdvihy (mm)	Závit přívodu vzduchu
MGPL32TF- 	32	200	G1/8

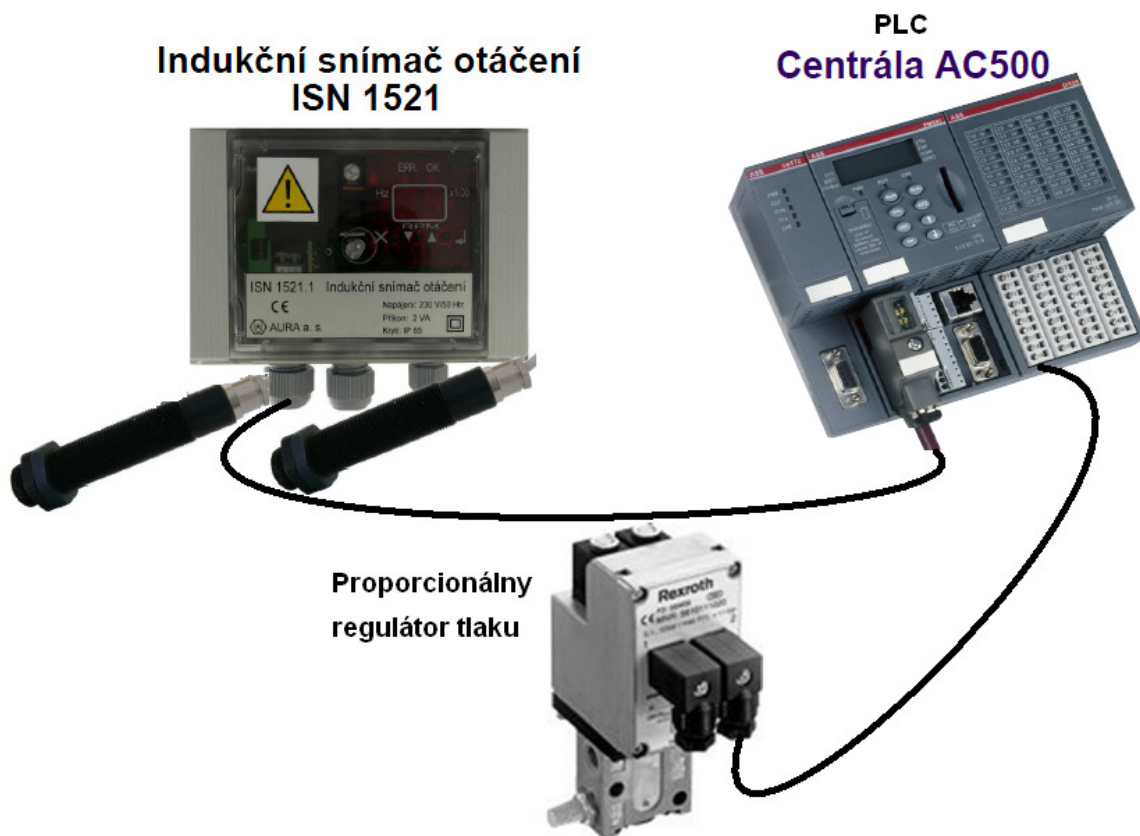


obr. 38 pneumatický valec s vedením

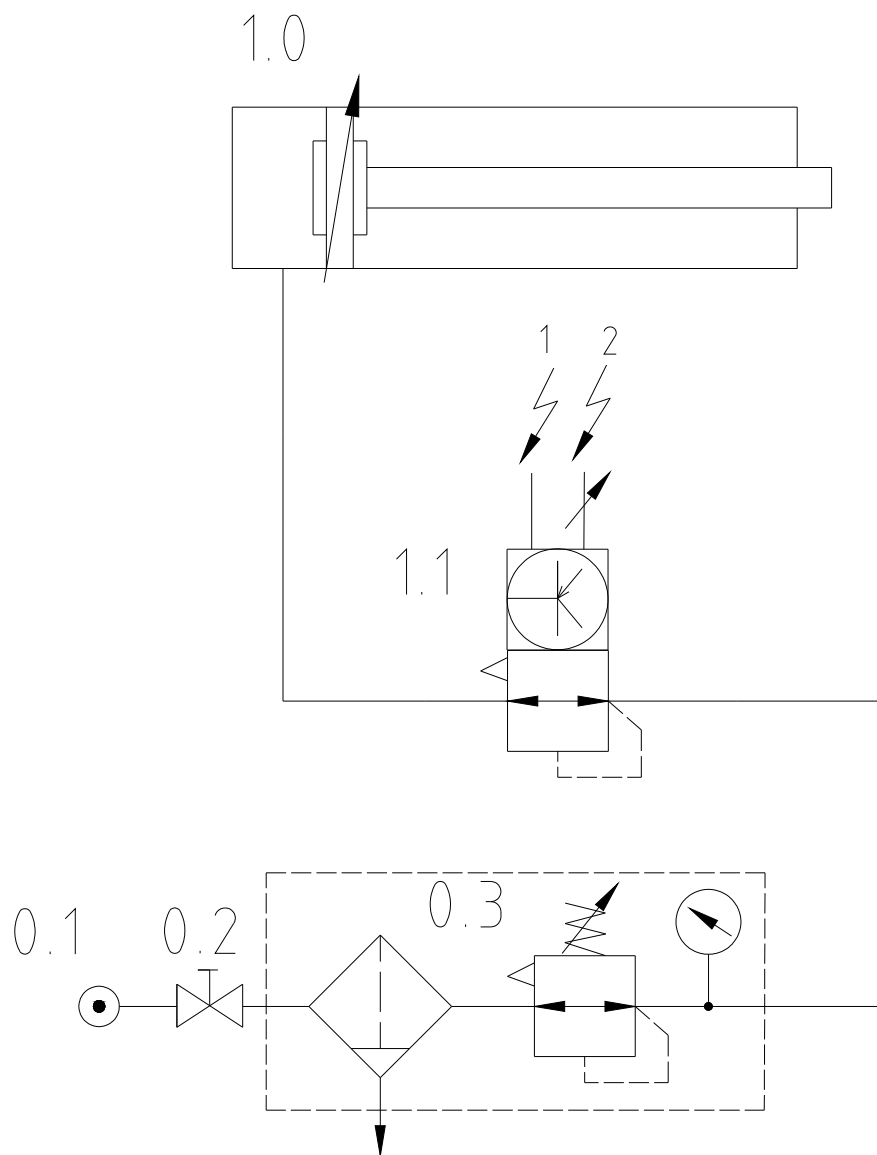
7 Návrh riadenia pomocou PLC

Ako ďalším možným riešením riadenia napínania dopravníkového pásu som zvolil riadenie pomocou PLC. Riadenie spočíva v snímaní otáčok hnaného a hnacieho bubnu pásového dopravníku pomocou indukčného snímača otáčok ich porovnávaní, vyhodnotení a pomocou PLC modlu riadení proporcionálneho regulátora tlaku.

Súčasťou indukčného snímača otáčania sú dve snímacie sondy, ktoré snímajú otáčky na hnacom a hnanom bubne a následne posielajú signál do indukčného snímača. Tam sa signál spracuje a ďalej pošle do PLC. Modul PLC porovná a vyhodnotí rozdielnosť otáčok na oboch bubnoch a v prípade zvýšenia otáčok na hnacom bubne oproti hnanému (pás preklzuje) podľa vytvoreného programu PLC riadi proporcionálny regulátor tlaku a v prípade potreby zvýši tlak v obvode a tým aj napínicu silu napínacieho mechanizmu.

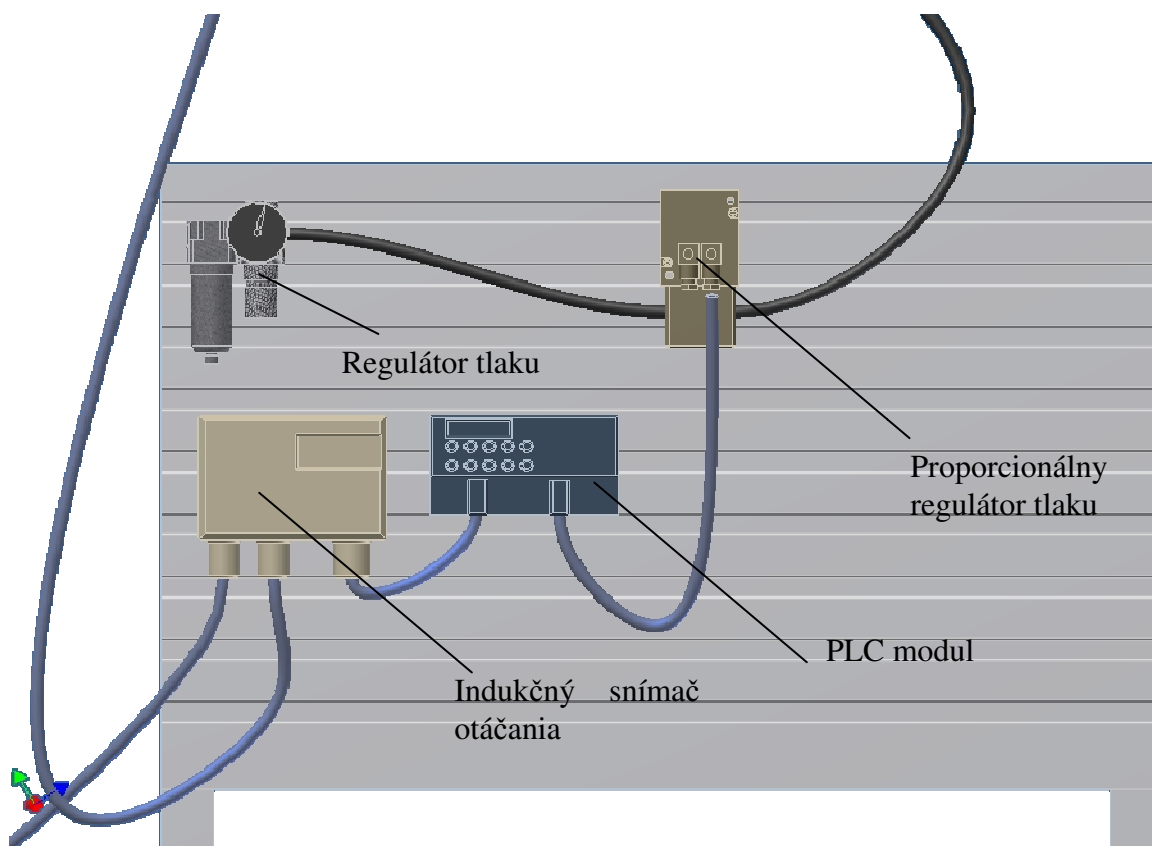


obr. 39 prvky pre riadenie pomocou PLC



obr. 40 schéma obvodu

- 1.0 – Pneumatický priamočiary motor
- 1.1 – Elektropneumatický regulátor tlaku
- 0.3 – Filter / Regulátor tlaku
- 0.2 – Uzatvárací ventil
- 0.1 – Zdroj tlakového vzduchu



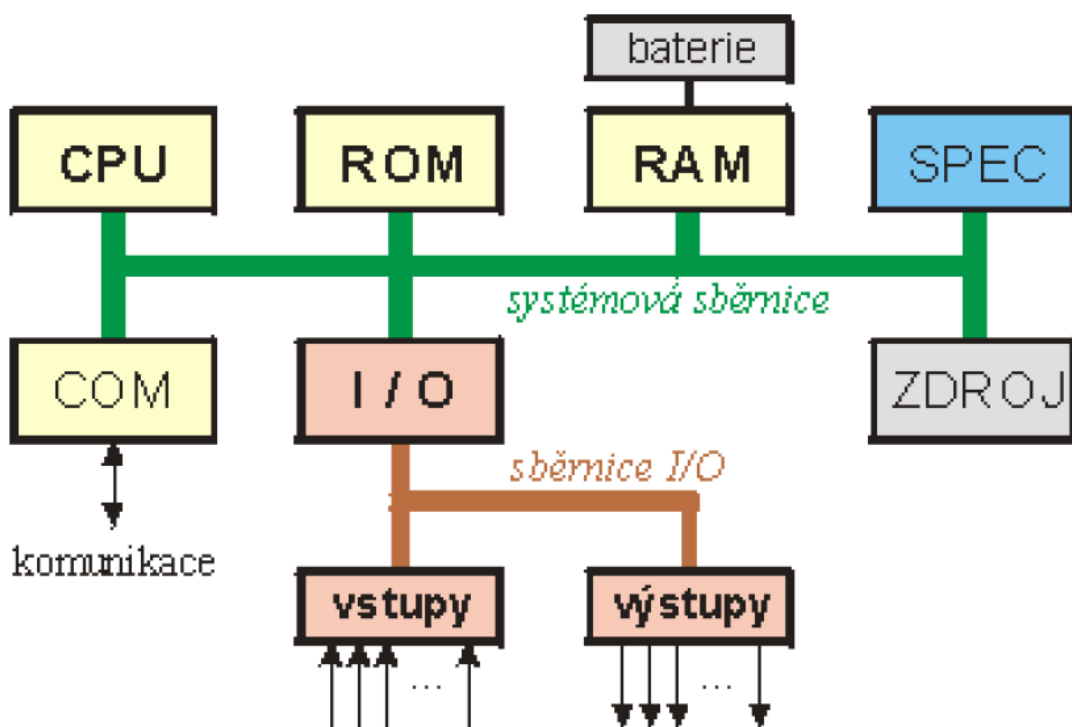
obr. 41 zostrojený model zapojenia prvkov

7.1 PLC modul

PLC (Programmable Logic Controller) Programovateľné automaty. Jedná sa o voľne programovateľný riadiaci systém umožňujúci jednoducho kombinovať dva základné typy riadiacich systémov. A, systémy distribuované – riadiaci systém sa nachádza priamo u stojov ktoré má riadiť. B, systémy integrované – riadiaci systém je na pracovisku riadiacich pracovníkov. Základným prvkom distribuovaných riadiacich systémov sú PLC. Na tie sú pripojené snímače (aj s inteligentnými tzv. smart senzormi) a akčné členy (pohony a regulačné orgány). PLC môžu byť pripojené pomocou priemyselných zberníc a napojené na vizualizačné a dispečerské integrované riadiace systémy. Pomocou zberníc sa dá tiež k PLC pripojovať vzdialené vstupy a výstupy. Ďalšou výhodou PLC je že obsahujú technické (hardware – moduly pre komunikáciu s analógovým prostredím) i programové (software – inštrukcie) prostriedky, ktoré umožňujú realizovať okrem logického riadenia tiež reguláciu analógových veličín. PLC pracujú v cyklu (scan) a jednotlivé logické funkcie sú v programe riešené postupne – sériovo. Pred začiatkom programového cyklu (program scan) sú načítané hodnoty vstupov zo vstupných jednotiek do zapisníku a po celý čas program scanu sa nemení.

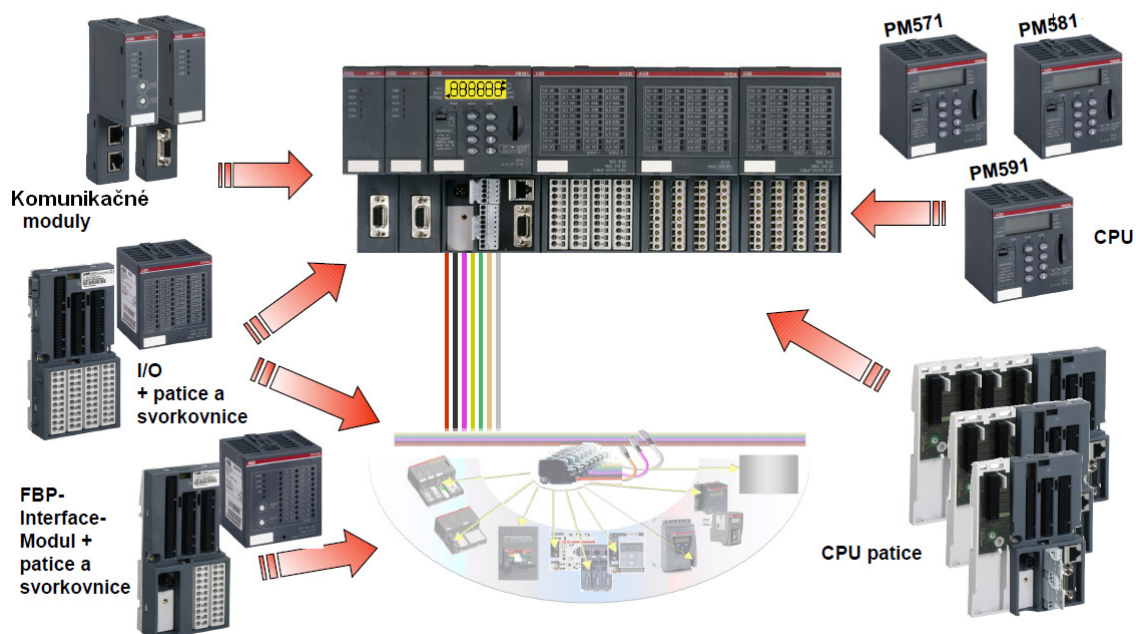
Základné prevedenie PLC je :

- 1) **Kompaktné** (fixed hardware style) Toto prevedenie je lacné a používa sa skôr pre jednoduchšie aplikácie. Variabilnosť konfigurácie je u nej malá. Má len obmedzený počet digitálnych vstupov, digitálnych výstupov. Určitú variabilitu umožňuje tiež výmenných zásuvných modulov (piggyback) ktoré sa zasúvajú do päťíc na doske plošného spoja. Niektoré kompaktné PLC majú tiež možnosť zväčšiť variabilitu konfigurácie použitím prídavných modulov.
- 2) **Modulárne** (modular hardware style) Je vhodné pre náročnejšie aplikácie. Umožňujú výrazne väčšiu variabilnosť konfigurácie. Základom je rám (rack, chassis) v ktorom je zdroj. V zadnej časti rámu je vedená interná zbernica na ktorej sú konektory pre pripojenie modulov. Ďalej tam je CPU (procesor) a potom nasledujú ďalšie vstupné /výstupné moduly.



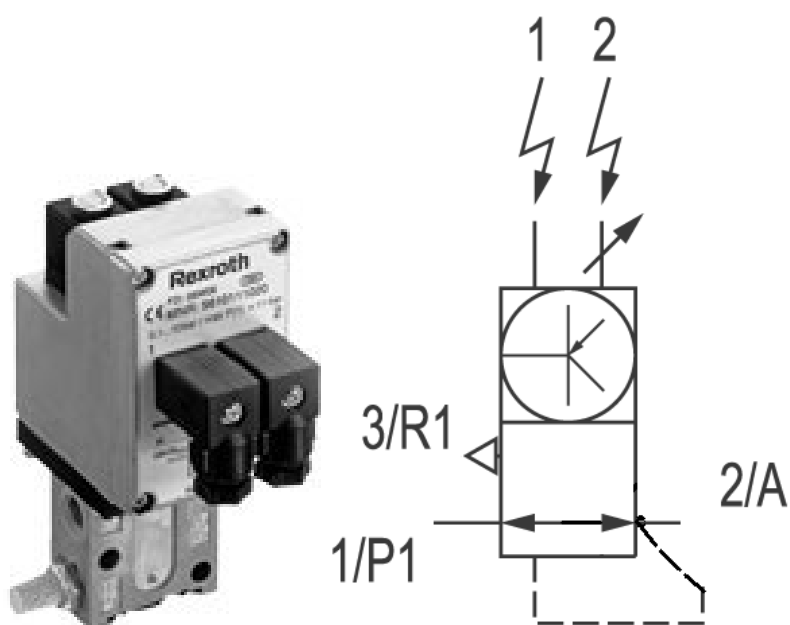
obr. 42 schéma štruktúry PLC modulu

AC500 : Konfigurácia



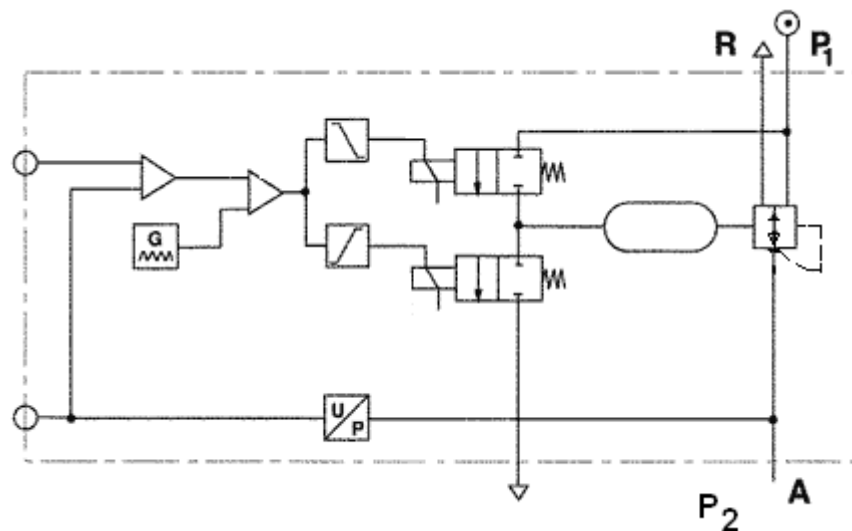
obr. 43 konfigurácia jednotlivých blokov PLC

Proporcionálny regulátor tlaku:



obr. 44 regulátor tlaku

Integrovaný tlakový snímač (U/P) sníma regulovaný tlak p_2 , prevádza ho na elektrický signál, ktorý v elektronickom obvode je porovnávaný s hodnotu riadiaceho napätia U_2 . Riadený tlak p_2 je realizovaný činnosťou dvoch dvojcestných dvojpolohových pilotných ventilov, medzi ktoré je vložený tzv. vyhladzovací objem, ktorý je tak dlho odvzdušňovaný a zavzdušňovaný, pokiaľ nie je dosiahnutá požadovaná hodnota výstupného riadeného tlaku p_2 . Nelinearity ventilu sú plne elektricky kompenzované, čo prispieva k vysokej stabilite regulácie. Riadiaca a regulačná elektronika je integrovaná vo ventilu. Činnosť pilotných ventilov pritom umožňuje tlakovému ventilu sedlovej konštrukcie udržať nastavený riadený tlak p_2 i pri výpadku napájacieho prúdu.



obr. 45 schéma vnútornej štruktúry regulátoru tlaku

7.2 Indukčný snímač otáčok

Indukčný snímač otáčok je určený k meraniu otáčok, smeru, periódy periodického pohybu alebo k signalizácii zmeny rýchlosti otáčania hriadeľa (zrýchlenie, spomalenie, zastavenie). Indukčný snímač ISN 1521 sa vyznačuje: meraním otáčok 1 – 3000 ot./min, zobrazením otáčok na displeji, výstupy 20 mA alebo RS 485, signalizáciou poklesu / prekročení medze, vysokou teplotnou odolnosťou snímačej sondy.

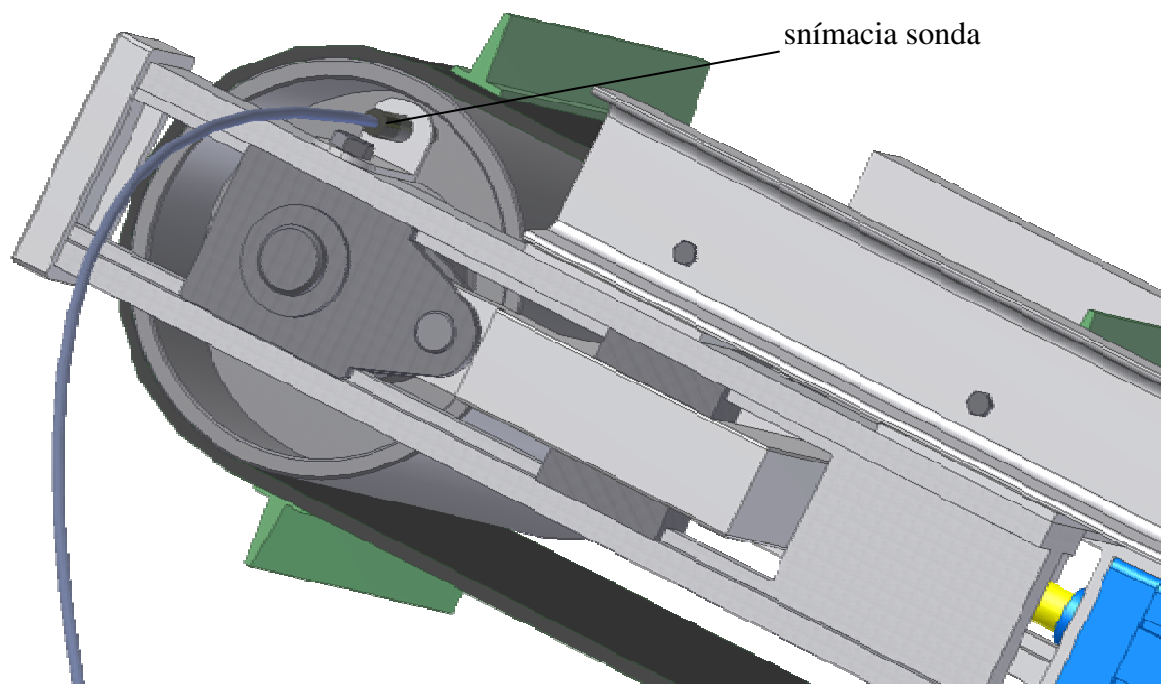
7.3 Popis snímača

Pokiaľ sa s hriadeľom otáča nejaká kovová alebo feromagnetická nehomogenita (návarok, otvor, drážka) je možné až na vzdialenosť 80 mm od snímačej sondy pohyb tejto nehomogenity vyhodnotiť a zmetať tak otáčky hriadeľa a ich zmeny (nárast, pokles, zastavenia). K modulu sú pripojené 2 sondy ktoré umožňujú určiť smer i rýchlosť otáčania feromagnetickkej nehomogenity. Snímacia sonda v sebe obsahuje elektroniku, ktorá detekuje prítomnosť kovu a dáva jednoznačné impulzy, ktoré elektronika vyhodnocuje. V elektronike je signál spracovaný mikropočítačom – vyhodnotenie impulzov dokáže zistiť pokles otáčok, hysteréziu i spomalenie a dáta poslať ďalej pomocou výstupov dátovej komunikácie.

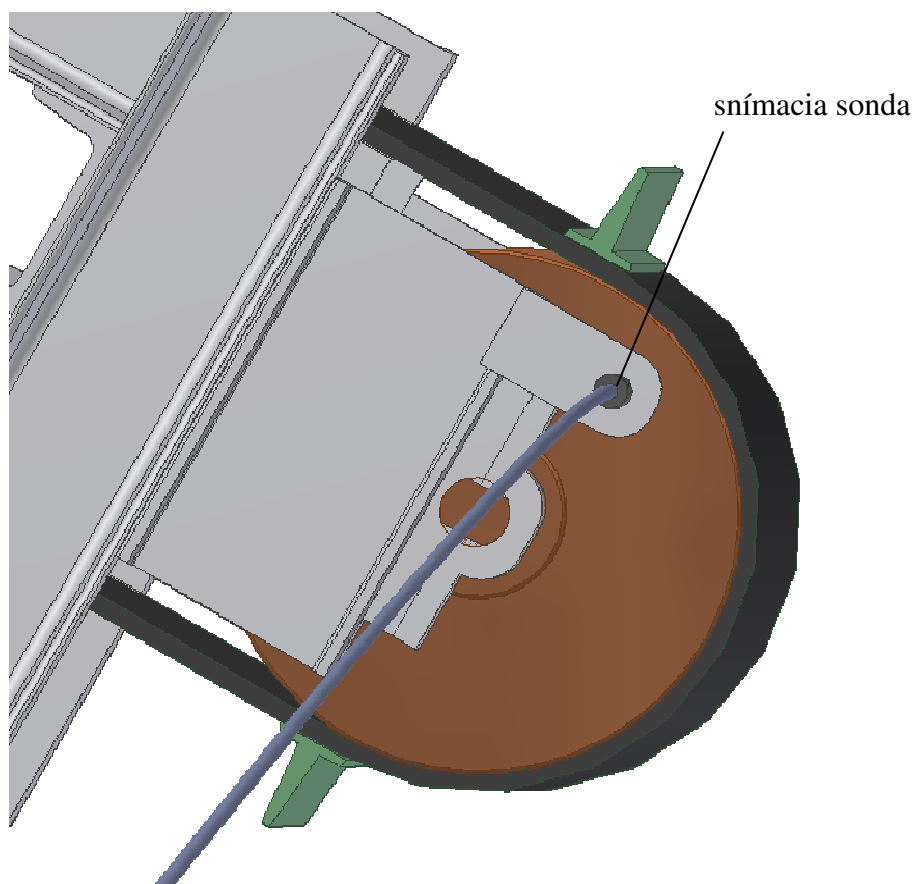


obr. 46 indukčný snímač otáčania

7.4 Rozmiestnenie snímacích sond na konštrukcii pásového dopravníku



obr. 47 snímacia sonda na hnanom napínacom bubne



obr. 48 snímacia sonda na hnacom bubne

8 Pokyny na uvedenie do prevádzky-

8.1 Všeobecné podmienky pre prevádzku pneumatických obvodov

- pri uvedení výrobkov do prevádzky je potreba dodržiavať bezpečnostné pravidlá, návody, odporúčenia a predpísané technické parametre (teplota, tlak, ... atď.)
- oblasti, ktoré zostávajú pod tlakom i po uzavretí prívodu vzduchu a odvzdušnení, sa majú v pneumatických obvodoch špeciálne označiť
- je nutné vziať v úvahu zlyhanie výrobku, prípadne vznik nebezpečných situácií, v dôsledku nesprávneho zachádzania, starnutia alebo poruchy
- celé pneumatické obvody, u ktorých je nutná vysoká opatrnosť pri opravárskych prácach sa doporučuje označiť (zvláštnym nápisom, symbolom, ...atď.)
- na zariadeniach, kde sú namontované pneumatické valce, sa nedoporučuje prevádzať zväčšujúce práce elektrickým oblúkom
- osoba obsluhujúca stroj musí urobiť dostatočné ochranné opatrenia k zamedzeniu vzniku škôd na materiálu a zdravia zamestnancov.

8.2 Pokyny pro montáž a uvedení obvodu do provozu

Pneumatický obvod sa obvykle montuje podľa schémy, ktorá je spracovaná podľa ČSN 013624. Pred montážou je potrebné skontrolovať použité prvky, či odpovedajú ich štítkové parametre parametrom predpísaným na výkrese, zabezpečiť ich odkonzervovanie a preveriť ich vnútornú a vonkajšiu čistotu. Je nutné sa podrobne zoznámiť s dokumentáciou prvkov (technické podmienky, montážne predpisy, pokyny pre uvedenie do prevádzky a pre údržbu) a pochopiť jeho funkciu.

Základným požiadavkám pri montáži je dodržiavanie čistoty nielen montovaných prvkov, ale i pracovného prostredia a pomôcok.

8.3 Obecné pokyny montáže

- najskôr sa musíme zoznámiť s celou dokumentáciou pneumatického mechanizmu

- z hľadiska bezpečnosti práce musí montáž prevádzať kvalifikovaný pracovník
- montáž musí byť prevádzaná presne podľa obvodovej schémy.
- pri montáži jednotlivých pneumatických prvkov je nutné venovať pozornosť smeru prietoku vzduchu, ktorý je vyznačený na prvkoch šípkami alebo nadpismi IN a OUT
- mechanické koncové spínače i magnetické koncové spínače musia byť umiestnené do predpísaných polôh tak, aby mohli vykonávať svoju funkciu
- plastové trubky je nutné umiestniť tak, aby nedošlo k ich poškodení; je treba dodržať minimálny polomer ohybu
- ochranné kryty pneumatických prvkov odstrániť tesne pred montážou
- nemalo by sa používať hrubé sily

8.4 Činnosti pred uvedením do prevádzky

- najskôr sa musíme dôkladne zoznámiť s kompletnou dokumentáciou uvedenou výrobcom a zvláštnymi spôsobmi uvedenia jednotlivých prvkov do prevádzky
- skontrolujeme správnosť prevedeného prepojenia jednotlivých prvkov podľa pneumatickej schémy
- skontrolujeme všetky prvky a hadice, či nie sú poškodené alebo znečistené
- skontrolujeme či sú všetky šrobenia a prvky poriadne namontované a predpísaným krútiacim momentom dotiahnuté

8.5 Skúšobná prevádzka obvodu

- skúšobná prevádzka obvodu sa prevádza pri prevádzkových podmienkach
- vyskúšame všetky funkcie pneumatického obvodu a porovnáme ich s plánovanými hodnotami
- skontrolujeme filter a tesnosť obvodu

8.6 Obsluha pneumatického mechanizmu

Pracovníci prichádzajú do kontaktu s týmto zariadením musia dodržiavať nasledujúce pravidla:

- pneumatický mechanizmus môže obsluhovať len osoba poučená, s odbornou znalosťou funkcie pneumatického obvodu a poučená o správnej a bezpečnej obsluhu

- obecné predpisy o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci sú uvedené v zákonníku práce, § 272, odst. 2
- pri akýchkoľvek opravách, údržbe alebo výmene prvkov ...atd. je nutné, aby zariadenie bolo zaistené a v základnej polohe. Ďalej je potrebné uzavretie prívodu vzduchu a úplné odvodušnenie obvodu.
- oprava všetkých porúch vyžaduje vyškolených údržbárov, znalých funkcií prvkov, metodiky vyhľadávania závad, ich príčin a spôsobu odstránenia

8.7 Prevádzka a údržba obvodu

Bezporuchová prevádzka pneumatického mechanizmu je predpokladaným zaistením 100% funkcie jednotlivých pneumatických prvkov, z ktorých sa skladá pneumatický obvod. Ako médium v obvode bude použitý filtrovaný vzduch.

8.8 Prevádzka a údržba jednotky pre úpravu stlačeného vzduchu

Prevádzková spoľahlivosť a životnosť pneumatických obvodov podstatne závisí na kvalite privádzaného stlačeného vzduchu. Nečistoty ako okraje, piliny, prach zvyšujú mieru povrchového opotrebenia súčiastok a tesnení, čím sa znižuje hospodárnosť a životnosť pneumatických prvkov.

- automatický vypúšťáč kondenzátu nevyžaduje prakticky žiadnu údržbu
- filtračná vložka je opakovateľne použiteľná po prepláchnutí v technickom benzíne alebo v inom čistiacom prostriedku a prefúknutí stlačeným vzduchom
- prípadná výmena filtračnej vložky sa dá previesť pri odpojení jednotky pre úpravu vzduchu
- nádoby sú vyrobené z polykarbonátu a môžu sa čistiť len mydlom a vodou. Na čistenie nádob sa nesmú používať rozpúšťadlá (alkohol, technický benzín,...apod.), inak dôjde k popraskaniu nádob.

8.9 Prevádzka a údržba plastových hadíc

- tesnosť spojov pneumatického obvodu je dôležité kontrolovať v pravidelných intervaloch
- pred montážou je treba prívodné hadice dôkladne prefúknuť stlačeným vzduchom, aby sa zabránilo vniknutiu nečistôt do obvodu
- polomer ohybu hadíc musí odpovedať doporučenému minimálnemu polomeru
- preto je treba dôkladne dbať na tesnosť rozvodov a pravidelne ich kontrolovať
- pri dotiahnutí spojov pneumatického obvodu je treba uvážiť prípustný ťahovací moment. Pri jeho prekročení môže dôjsť k vytlačeniu tesniaceho materiálu a tým k netesnosti spoja.
- tesnosť spojov môžeme zaistiť použitím tesniacej pásky alebo tekutého tesniaceho prostriedku (tesniaca páska sa nanáša za prvým alebo druhým stúpaním závitů od konce a namotávajú sa maximálne 2 vrstvy)

Montáž hadíc

- plastová hadice musí byť odrezaná kolmo, povrch hadice sa nesmie poškodiť
- hadicu zasuniete do objímky nástrčnej spojky až na doraz
- skontrolujte správne nasadenie hadice jej miernym povytiahnutím

Demontáž hadíc

- rovnomerne zatlačte uvoľňovací krúžok až na doraz
- pri stlačeným uvoľňovacieho krúžku vytiahnete hadicu. Ak nie je uvoľňovací krúžok dotlačený na doraz, nedôjde k úplnému roztvoreniu Klieštiny, čo bání vytiahnutiu hadice.
- pri opakovanej montáži sa smie použiť len nepoškodené hadice. Poškodené konce hadíc sa musia odstrihnúť.

9 Záver

V úvode boli popísané pneumatické mechanizmy, ich uplatnenie dopravných a manipulačných zariadeniach a rozbor pásových dopravníkov. Následne bola v programe Autodesk Inventor navrhnutá celá konštrukcia pásového dopravníku, napínací mechanizmus i prvky riadenia napínania. Konštrukcia je navrhnutá čo najjednoduchšie ale zároveň aby spĺňala daný účel. Napínací mechanizmus je navrhnutý tak aby zabezpečil napínanie dopravníkového pásu pri zadaných prevádzkových podmienkach. Hlavným princípom celého napínania je vyvodenie napínacej sily vytvorenej napínacím pneumatickým valcom a pomocou napínacieho ramena a napínacieho valca napnúť dopravníkový pás tak, aby pri prevádzke neprekĺzaval. Statickými a dynamickými výpočtami potrebnými k dimenzovaniu napínacieho mechanizmu bola vypočítaná potrebná napínacia sila. Kritické miesta boli prepočítané Metódou Konečných Prvkov. Ako riadenie napínacej sily bolo zvolené riadenie pomocou regulátoru tlaku nastavením na konštantný tlak 5 bar. Tento tlak nám vyvodí pomocou zvoleného pneumatického valca napínicu silu 3927[N], ktorá je väčšia ako minimálna dovolená napínacia sila 2212.2[N]. Regulátor tlaku nám zaisťuje tlakovú stabilitu pneumatického obvodu a tým konštantnú silu vyvodenú pneumatickým motorom. . Ďalšou možnosťou riadenia, ktorá je v diplomovej práci popísaná je riadenie pomocou programu Matlab Simulink. Na zostavenom modeli bolo simulované riadenie na konštantnú silu. Následne bola popísaná jeho funkčnosť, použité komponenty a vytvorený graf závislosti. . Vzhľadom na to že pri riadení na konštantnú silu vznikne problém, ktorý nastane vtedy keď pridáme bremeno na dopravníkový pás, tým sa zvýši sila na tlakový snímač, ktorá je väčšia ako žiadaná nastavená sila, aby sa rozdiel medzi žiadanou a skutočnou silou vyrovnal dôjde k zníženiu tlaku v obvode. Nastavená žiadaná napínacia sila by v tomto prípade nemusela byť dostatočná a mohlo by dôjsť k prekĺznutiu hnacieho bubnu voči dopravníkovému pásu. Preto sa v praxi na pásových dopravníkoch v reálnych podmienkach napínacia sila riadi na konštantný tlak. Ako posledná možnosť riadenia napínania dopravníkového pásu bol zvolený spôsob riadenia pomocou PLC modulu. Riadenie spočíva v snímaní otáčok hnaného a hnacieho bubnu pásového dopravníku pomocou indukčného snímača otáčok ich porovnávaní, vyhodnotení a pomocou PLC modlu riadení proporcionálneho regulátora tlaku. Práca je ukončená pokynmi na uvedenie do prevádzky, a údržbou.

10 Použitá literatura:

- [1] KOPÁČEK, J. *Pneumatické mechanismy díl I. - Pneumatické prvky a systémy*. Ostrava: VŠB – TU Ostrava, 2005. 275 s.
- [2] KOPÁČEK, J. *Pneumatické mechanismy díl II. – Řízení pneumatických systémů*. Ostrava: VŠB – TU Ostrava, 2005. 94 s.
- [3] KOPÁČEK, J.; ŽÁČEK, M. *Pneumatická zařízení strojů*. Ostrava: VŠB – TU Ostrava, 2003. 94 s.
- [4] KOPÁČEK, J.; ŽÁČEK, M. *Cvičení z řízení pneumatických systémů*. Ostrava: Skripta VŠB – TU Ostrava, 2004, 94 s. ISBN 80-248-0692-4.
- [5] JASAŇ, V.; KOŠÁBEK, J.; SZUTOR, N. *Teoria dopravných a manipulačných zariadení*. Bratislava: Alfa Bratislava, 1989, 374 s. ISBN 80-05-00125-8
- [6] LEINVEBER, J.; ŘASA, J.; VÁVRA, P. *Strojnické tabulky*. Praha : Scientia Praha, 1998, 911 s. ISBN 80-7183-123-9
- [7] F. DRAŽAN – K. JEŘÁBEK *Manipulace s materiálem*. Praha 1979
- [8] J. FRIES *Pásové dopravníky, bubny a jejich výpočet*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2009. 189 s. ISBN 978-80-248-2080-4
- [9] CHVÁLA, B.; NEDBAL, J.; DUNAY, G. *Automatizace*. Praha: SNTL, 1989. 608s. ISBN 80-03-00090-4
- [10] BENEŠ, P. *Pneumatické ovládání*. Praha: Skripta ČVUT Praha, 1998. 94 s.
- [11] LEINVEBER, J.; VÁVRA, P. *Strojnické tabulky*. Praha: ALBRA, 2003. 868 s. ISBN 80-86490-74-2.

- [12] MM Průmyslové spektrum. *Strojírenský měsíčník*.
Dostupné z www: <URL <http://www.mmspektrum.com>>
- [13] AUTOMA. *Časopis pro automatizační techniku*. Vydavatelství: FCC Public
Dostupné z www: <URL <http://www.odbornecasopisy.cz>>
- [14] Vondra Z. : *Základy programování PLC*. Praha SPŠE 2006
- [15] Kozubková M: *Simulace a modelování hydraulických systému*. VŠB – TU
Ostrava, 2009
- [16] Katalóg výrobkov MOAS, Dostupný z www.moas.cz
- [17] Katalóg výrobkov, SMC , Dostupný z www.smc.cz
- [18] Katalóg výrobkov, FESTO, 2007, Dostupný z www.festo.cz
- [19] Webový informační systém [on-line]. Dostupný z www: < URL:
<http://www.automatizace.hw.cz>
- [20] Katalóg výrobkov, SKF , Dostupný z www.skf.cz
- [21] Katalóg výrobkov, Auranet , Dostupný z www.auranet.cz
- [22] Katalóg výrobkov, Gumex , Dostupný z www.gumex.cz
- [23] Katalóg výrobkov, BoschRexroth , Dostupný z www.boschrexroth.cz
- [24] Katalóg výrobkov, ABB , Dostupný z www.abb.cz
- [25] Dopravníkové pásy , Dostupný z www.conveyorbelt.com
- [26] Pásové dopravníky , Dostupný z www.mining-technology.com

Zoznam príloh

Príloha č.1:

SN1KiH01-2010-01: Dispoziční výkres napínacieho mechanizmu

Príloha č.2:

SN1KIHO1-2010-02: Schéma obvodu

CD nosič:

CD obsahuje tuto diplomovou práci aj s prílohami

*V Závere by som chcel poďakovať pánovi
Ing. Miloslavu Žáčkovi za odbornou a
ochotnou výpomoc s vypracovaním
diplomovej práce.*